



**Emanuel Gomes Lopes BIOMASSA E SOLAR TÉRMICO NOS
ALOJAMENTOS: ANÁLISE DE INCENTIVOS**



Emanuel Gomes Lopes **BIOMASSA E SOLAR TÉRMICO NOS
ALOJAMENTOS: ANÁLISE DE INCENTIVOS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Energéticos Sustentáveis, realizada sob a orientação científica do Doutor Fernando José Neto da Silva, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe pela aposta e apoio incondicional que sempre demonstrou.

O júri

Presidente

Prof. Doutor Nelson Amadeu Dias Martins

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro
(arguente)

Prof. Doutor Fernando José Neto da Silva

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro
(orientador)

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Fernando José Neto da Silva, pela orientação científica e pela solidariedade demonstrada durante toda a fase do desenvolvimento desta dissertação.

A todos os Professores do Mestrado, especialmente aos Professores Doutores Nelson Amadeu Dias Martins e António Gil D'orey de Andrade Campos, pelos conhecimentos transmitidos, que me serão úteis ao longo da minha vida pessoal e profissional.

Aos meus colegas do curso, pelo companheirismo durante esta caminhada.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e reconhecimento que me deram ao longo de toda a vida

Palavras-chave

Emissões de GEE, Energias renováveis, Sistemas de Incentivos Financeiros, sistemas solares térmicos, pellets

Resumo

A sustentabilidade e a eficiência energética constituem obrigações cada vez mais importantes encontrando-se o sector energético numa fase de grande reestruturação. A esse nível destacam-se as estratégias e as políticas que incidem sobre os Sistemas de Incentivos Financeiros (SIF) para utilização das energias renováveis nos alojamentos.

Em Portugal a produção de AQS e aquecimento de espaço são responsáveis por cerca de 45 % do consumo de energia final nos alojamentos residenciais. Através do incentivo denominado por Medida Solar Térmico, em 2009 e 2010, o Governo Português privilegiou a utilização de sistemas solares térmicos para produção de AQS no segmento habitacional. Face à natureza do incentivo utilizado em Portugal, analisaram-se nesta dissertação os efeitos energéticos, ambientais e económico-sociais associados à utilização das caldeiras a biomassa para produção de AQS e aquecimento relativamente aos sistemas solares térmicos utilizados para produção de AQS nos alojamentos residenciais.

Os resultados obtidos no âmbito do presente trabalho demonstraram que um incentivo na ordem de 95 Milhões de euros utilizados no fomento da utilização da biomassa permite subsidiar cerca de 25,3 mil utilizadores e permite produzir anualmente cerca de 184 GWh de energia final. A redução de Gases de Efeito de Estufa (GEE) associada ronda 32.025 tCO₂eq/ano. Em termos económico-sociais a utilização da biomassa permite gerar cerca de 3.571 postos de trabalho com um benefício económico para utilizadores que pode atingir 10.000 € durante a vida do sistema. Recorrendo aos índices alcançados no âmbito da Medida Solar Térmico 2009, os resultados obtidos demonstraram que a utilização de sistemas solares térmicos permitiram subsidiar cerca de 49,6 mil usuários e a produção anual de cerca de 65 GWh. A redução de GEE associada a esta utilização ronda 12,5 mil tCO₂eq/ano. No que se refere aos efeitos económico-sociais, a utilização destes equipamentos permitiu criar cerca de 2.500 postos de trabalho e um benefício económico para utilizadores que poderá ter atingido 2.350 €.

Face aos resultados obtidos neste trabalho conclui-se que em termos energéticos, ambientais e económico-sociais o incentivo à utilização da biomassa nos alojamentos em Portugal apresenta vantagens relativamente aos sistemas solares térmicos.

Keywords

GHG emissions, renewable energy, financial incentive schemes, solar thermal, biomass boilers, pellets.

Abstract

Sustainability and energy efficiency are becoming more pronounced in today's reality and as such the energy sector is in a phase of major restructuring. At this level there are the strategies and policies that focus on financial incentive schemes (FIS) for the use of renewable energy in housing.

In Portugal, production of domestic hot water and space heating accounts for about 45% of final energy consumption in residential housing. By using a financial incentive designated by Solar Heat in 2009 and 2010, the Portuguese government favoured the use of solar thermal systems for DHW production. Given the nature of the incentive used in Portugal, this study analyzed the effects of energy, environmental and socio-economic consequences associated with the use of biomass for production of domestic hot water and heating and for solar thermal systems used to produce domestic hot water in residential housing.

The results obtained in the present study showed that an incentive of around 95 million euros used in promoting the use of biomass may subsidize approximately 25.300 users leading to an annual production of 184 GWh. The associated reduction of Greenhouse Gases emissions rounds 32.025 tCO₂eq/year. Socio-economically use of biomass can generate about 3,571 jobs with an economic benefit for users which can reach € 10.000 over the life of the system. The data associated with Solar Heat 2009, showed that the use of solar thermal systems allowed for financing of approximately 49 600 users, with a total energy production of 65 GWh. The GHG reductions associated with this use was around 12.500 tCO₂eq/ano. In what concerned economic and social effects, the use of this equipment allowed for the creation of about 2.500 jobs and an economic benefit for users which reached € 2.350.

The results of this study shows that in terms of energy, environmental, socially and economically the use of incentives to biomass use in households in Portugal has advantages over solar thermal systems.

ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ACRÓNIMOS.....	XV
UNIDADES	XVII
1. ENQUADRAMENTO	1
1.1. INTRODUÇÃO	2
1.2. OBJECTIVO	7
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR ENERGÉTICO NACIONAL	11
2.1. PADRÃO DO CONSUMO DE ENERGIA	12
2.1.1. <i>Consumos de energia final</i>	12
2.1.2. <i>Consumo de energia primária</i>	15
2.1.3. <i>Dependência energética</i>	17
2.2. PADRÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS.....	17
2.2.1. <i>Consumo de energia no sector doméstico</i>	18
2.2.1.1. <i>Evolução do consumo de energia</i>	19
2.2.1.2. <i>Vectores energéticos</i>	21
2.3. AQUECIMENTO E AQS NO SECTOR DOMÉSTICO	21
2.3.1. <i>Consumo de energia para climatização e preparação de AQS</i>	22
2.3.1.1. <i>Vectores energéticos</i>	23
2.3.2. <i>Tecnologias para preparação de AQS e climatização</i>	24
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
3.1. MODELOS DE DESENVOLVIMENTO	28
3.1.1. <i>Desenvolvimento sustentável (DS)</i>	28
3.1.2. <i>Desenvolvimento não sustentável (DnS)</i>	29
3.1.3. <i>Indicadores de desenvolvimento</i>	30
3.2. ENERGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE	31
3.2.1. <i>Utilização de energia e alterações climáticas</i>	31
3.2.2. <i>Utilização de energia e emissões de CO₂</i>	34
3.2.3. <i>Utilização de energia e crescimento populacional</i>	35
3.3. SITUAÇÃO ENERGÉTICA E ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÕES	36
3.3.1. <i>Domínio estratégico e política para energia</i>	37
3.3.2. <i>Domínio temporal, mudança do paradigma</i>	39

3.4. INCENTIVOS À UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	41
3.4.1. <i>Subvenções directas para FER-H</i>	43
3.4.2. <i>Reduções fiscais (imposto directos)</i>	43
3.4.3. <i>Reduções fiscais (imposto indirectos)</i>	44
3.4.4. <i>Empréstimos a taxa privilegiadas</i>	44
3.4.5. <i>Incentivos ligados aos subsídios de habitação</i>	45
3.4.6. <i>Regimes de certificados negociáveis</i>	45
3.5. APLICAÇÕES DOS SIF AOS FER-H	46
3.5.1. <i>Energia solar térmica</i>	47
3.5.1.1. Índia	47
3.5.1.2. Alemanha	48
3.5.1.3. Áustria.....	48
3.5.1.4. Grécia	49
3.5.1.5. França.....	49
3.5.1.6. Portugal	50
3.5.2. <i>Bioenergia (Caldeiras a biomassa)</i>	52
3.5.2.1. Áustria.....	53
3.5.2.2. Portugal	58
3.5.3. <i>Considerações finais sobre SIF para FER-H</i>	59
4. METODOLOGIA	63
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	64
4.2. ELABORAÇÃO DO MODELO	64
4.3. VALIDAÇÃO DO MODELO.....	65
4.4. APLICAÇÃO DO AO CASO DE ESTUDO.....	65
4.5. ANÁLISE DOS EFEITOS DOS INCENTIVOS	66
5. MODELO	69
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	70
5.2. DESCRIÇÃO DO MODELO	71
5.3. NECESSIDADES ENERGÉTICAS PARA CLIMATIZAÇÃO E AQS	72
5.3.1. <i>Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento</i>	75
5.3.2. <i>Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento</i>	76
5.3.3. <i>Necessidades nominais anuais de energia final para preparação de AQS</i>	77
5.3.4. <i>Necessidades nominais globais de energia primária para climatização e AQS</i>	77
5.4. CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA DOS ALOJAMENTOS.....	78
5.5. RELAÇÃO ENTRE AS NECESSIDADES ENERGÉTICAS PROJECTADAS E O CONSUMO REAL DE ENERGIA	78
5.6. EMISSÕES DE GEE	79
6. APLICAÇÃO DO MODELO	83

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	84
6.2. VALIDAÇÃO DO MODELO.....	84
6.2.1. <i>Caracterização dos alojamentos em Portugal</i>	85
6.2.2. <i>Projecção das necessidades energéticas em alojamentos</i>	88
6.2.2.1. <i>Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento</i>	88
6.2.2.2. <i>Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento</i>	90
6.2.2.3. <i>Necessidades nominais de energia final para AQS</i>	91
6.2.2.4. <i>Necessidades globais de energia para climatização AQS e validação dos resultados</i> 92	
6.3. APLICAÇÃO DO MODELO AO CASO DE ESTUDO	98
6.3.1. <i>Caracterização das tecnologias</i>	98
6.3.1.1. Caldeiras a pellets	98
6.3.1.2. Sistemas convencionais para aquecimento e produção de AQS	100
6.3.2. <i>Caracterização do SIF adoptado</i>	100
6.3.3. <i>Caracterização do público-alvo</i>	101
6.3.3.1. Distribuição dos sistemas ao longo do território.....	101
6.3.3.2. Características do alojamento e ocupação de alojamentos	104
6.3.4. <i>Apresentação dos resultados</i>	105
6.3.4.1. Necessidades energéticas.....	105
6.3.4.2. Emissões de GEE	107
6.3.4.3. Efeitos económicos ao nível de utilizadores	111
6.4. INCENTIVO À UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA VERSUS SOLAR TÉRMICO NOS ALOJAMENTOS EM PORTUGAL	
119	
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	121
7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	122
7.2. EFEITOS DOS INCENTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA.....	122
7.3. EFEITOS DOS INCENTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS.....	125
7.4. EFEITOS DE UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA VERSUS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NOS ALOJAMENTOS EM PORTUGAL.....	127
7.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O TRABALHO.....	129
8. CONCLUSÕES	131
BIBLIOGRAFIA	135
ANEXOS	141
ANEXO I: QUADROS COMPARATIVOS DE PRODUTO POR MARCA COMERCIALIZADO NO ÂMBITO DE MST-2009.....	142
<i>Termossifão 200 Litros</i>	142
<i>Termossifão 300 Litros</i>	144

<i>Circulação Forçada 300 Litros</i>	146
ANEXO II: ÂMBITO DE APLICAÇÃO DO RCCTE.	149
ANEXO III: ZONAS CLIMÁTICAS (PORTUGAL CONTINENTAL).	150
ANEXO IV: TOPOGRAFIA DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA.	151

Índice de figuras

Figura 2.1: Consumo de energia final por sectores de actividades em Portugal (DGEG, 2010). ...	12
Figura 2.2: Estrutura de consumo de energia final por sector de actividade em Portugal entre 1990 a 2007 (DGEG, 2010).	14
Figura 2.3: Consumo de energia final por formas de consumo em Portugal (DGEG, 2010).	15
Figura 2.4: Evolução do consumo de energia primária em Portugal (DGEG, 2010).	16
Figura 2.5: Evolução da dependência energética de Portugal (DGEG, 2010).	17
Figura 2.6: Estrutura de consumo de energia final nos edifícios em 2007 (DGEG, 2010).	18
Figura 2.7: Evolução do consumo percapita de energia nos alojamentos residências em Portugal (DGEG, 2010).	20
Figura 2.8: Estrutura de consumo de energia final por vectores energéticos nos edifícios residências em Portugal no ano 2007 (DGEG, 2011).	21
Figura 2.9: Utilizações de energia final no sector doméstico em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).	22
Figura 2.10: Distribuição do consumo de energia para aquecimento dos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).	23
Figura 2.11: Distribuição do consumo de energia para produção da AQS nos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).	24
Figura 2.12: Caracterização dos equipamentos utilizados para aquecimento do ambiente nos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).	25
Figura 2.13: Caracterização dos equipamentos utilizados para produção de AQS nos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).	26
Figura 3.1: Cenários de um Desenvolvimento Sustentável (adaptação: Castanheira & Gouveia, 2004).	29
Figura 3.2: Cenários de um Desenvolvimento não sustentável (adaptação: Castanheira & Gouveia, 2004).	30
Figura 3.3: PIB vs. IPG, para os EUA entre 1950 e 2000 (Castanheira & Gouveia, 2004).	31
Figura 3.4: Tendência de aquecimento global, aumento de nível do mar e cobertura de neve no hemisfério norte (IPCC, 2007).	32
Figura 3.5: Evolução da temperatura e teor de CO ₂ nas amostras de VOSTOK (amostras gelo colhidas na antártica), nível do mar nos últimos 4000 mil anos (NGP, 2009).	33
Figura 3.6: Histórico das emissões de dióxido de carbono na atmosfera associada a utilização de energia e cenários de concentração para os próximos 100 anos em função destas emissões (a). Estimativa para elevação de temperatura da superfície da terra para diferentes níveis de concentração de CO ₂ na atmosfera (B) (IPCC, 2007).	34
Figura 3.7: Tendência demográfica mundial e respectiva distribuição entre os hemisférios norte e sul (Castanheira & Gouveia; 2004).	35
Figura 3.8: População do mundo por região (IEA, 2008).	36
Figura 3.9: Evolução da intensidade em energia final em Portugal (DGEG, 2010).	38
Figura 3.10: Projecção para o consumo mundial de energia, por fonte energético (IEA, 2008).	39
Figura 3.11: Projecção do preço da importação do petróleo no mundo (IEA, 2008).	40
Figura 3.12: Projecção do preço do gás natural relativamente ao petróleo (IEA, 2008).	40
Figura 3.13: Projecção de investimento em produção de energia no mundo (IEA, 2008).	40
Figura 3.14: Evolução de emissão de CO (a) e eficiência de conversão energética (b) nos sistemas <i>Pellet-fired</i> na Alta Áustria (Auinger <i>et al.</i> , 2010).	57
Figura 3.15: Evolução percapita do mercado solar térmico nos diferentes países de Europa (ESTIF, 2007).	60
Figura 6.1: Classe energética dos alojamentos em Portugal por época de construção (ADENE, 2010).	93

Figura 6.2: Representatividade dos certificados energéticos emitidos por época de construção até ao ano 2009 em Portugal (ADENE, 2010).	94
Figura 6.3: Classificação energética dos alojamentos certificados até ao ano 2009 (ADENE, 2011; PCS, 2011).	94

Índice de tabelas

Tabela 2.1: Variação do consumo de energia final por sector de actividade entre 1990 a 2007....	13
Tabela 3.1: Atribuição de incentivo para no âmbito de MSP para solar térmico entre 1999-2007.	48
Tabela 3.2: Subvenções aplicadas para biomassa no aquecimento das residências unifamiliar na Alta Áustria.	54
Tabela 3.3: Solução típica de um Sistema <i>Pellet-fired</i> utilizados nos alojamentos na Alta Áustria.	55
Tabela 3.4: Características típicas de <i>pellets</i> comercializados para aquecimento em alojamentos na Alta Áustria.	55
Tabela 3.5: Custos para aquecimento associados <i>Pellet-fired</i> em 2005, na Alta Áustria e projecções para o ano 2030.	56
Tabela 3.6: Quadro comparativo (impactes) associado aos incentivos para aquecimento a biomassa e solar térmico austríaco.	61
Tabela 5.1: Número de agregado familiar em função da tipologia da fracção autónoma.	74
Tabela 5.2: Valores limites das necessidades nominais de energia útil por zonas climáticas em Portugal.	76
Tabela 5.3: Classificação energética dos alojamentos em Portugal.	78
Tabela 6.1: Alojamentos clássicos existentes por época de construção em Portugal até ao ano de 2007.	85
Tabela 6.2: Distribuição dos alojamentos, agregado familiar e instalações de sistemas solares térmicos (MST-2009) por regiões em Portugal.	86
Tabela 6.3: Tipologia de alojamentos residenciais em Portugal em 2007.	87
Tabela 6.4: Projecção das necessidades energéticas nominais anuais para aquecimento em alojamentos residências em Portugal para o ano 2007.	89
Tabela 6.5: Projecção das necessidades energéticas reais anuais para aquecimento em alojamentos residências em Portugal para o ano 2007 em função do <i>FF</i>	90
Tabela 6.6: Projecção das necessidades energéticas nominais anuais para arrefecimento em alojamentos residências em Portugal para o ano 2007.	91
Tabela 6.7: Necessidades globais de energia final em função de <i>FF</i> projectadas para o ano 2007.	92
Tabela 6.8: Eficiência nominal global para climatização que permite converter as necessidades energéticas projectadas em consumo de energia para AQS e climatização nos alojamentos para o ano 2007.	95
Tabela 6.9: Estrutura das necessidades de energia final em função de <i>FF</i> projectada para o ano 2007.	96
Tabela 6.10: Distribuição das instalações, MST-2009 e, por região e respectiva representatividade.	102
Tabela 6.11: Composição do agregado familiar no conjunto de alojamentos que albergam o sistema.	104
Tabela 6.12: Projecção das necessidades de energia final para climatização e AQS no conjunto de alojamentos que albergam o sistema ao nível Nacional.	106
Tabela 6.13: Factores de emissão associado aos vectores energéticos.	107
Tabela 6.14: Aplicação dos conceitos do protocolo ao Projecto GEE1.	108
Tabela 6.15: Aplicação dos conceitos do protocolo ao projecto de GEE2.	108
Tabela 6.16: Emissões e redução de emissões de GEE associadas ao projecto GEE1.	109
Tabela 6.17: Emissões de GEE e redução de emissões de GEE associadas ao projecto GEE1.	111
Tabela 6.18: Características e preço de caldeiras para aquecimento central.	112
Tabela 6.19: Preços de energia por vectores energéticos para AQS e climatização.	112

Tabela 6.20: Custos anuais médios de energia para produção AQS e climatização associados aos diferentes vectores energéticos.	113
Tabela 6.21: Comparativo da utilização das caldeiras a pellets considerado versus caldeiras a combustíveis convencionais: <i>cash flow</i> (em €).	114
Tabela 6.22: Comparativo da utilização dos sistemas solares térmicos no apoio a produção de AQS: <i>cash flow</i> (em €) durante vida útil do sistema face à utilização de energia e energia convencional para o efeito.	116
Tabela 6.23: Caracterização do incentivo para utilização da biomassa para AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal.	117
Tabela 6.24: Indicadores de incentivo proposto para biomassa em Portugal versus resultados obtidos na Alta Áustria.	117
Tabela 6.25: Caracterização de incentivo para utilização da biomassa versus energia solar térmico (MST-2009) nos alojamentos em Portugal.	120
Tabela 7.1: Indicadores de análise dos efeitos dos incentivos para utilização de energia renováveis: biomassa versus solar térmico.	128

Acrónimos

ADENE	Agência Para a Energia
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
AQS	Água Quente Sanitária
CA	Caldeiras a Biomassa
CH ₄	Metano
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CIVA	Código de Imposto sobre Valor Acrescentado
DGEG	Direcção-Geral de Energia e Geologia
DS	Desenvolvimento Sustentável
DnS	Desenvolvimento não Sustentável
E4	Eficiência Energética e Energias Endógenas
ENE	Estratégia Nacional para Energia
FER	Fontes de Energia Renováveis
FER-H	Sistemas de aquecimento/AQS e/ou arrefecimento renováveis
FIT	<i>Feed-in-tariff</i> (tarifas de injeção)
GEE	Gases de Efeito de Estufa
IEA	International Energy Agency (agência Internacional de Energia)
IPG	Indicador de Progresso Genuíno
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental para Alterações Climáticas)
IRS	Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares
IVA	Imposto sobre Valor Acrescentado
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MSP	Market Stimulation Programme (Programa para Estimular o Mercado)
MST-2009	Medida Solar Térmico 2009

MCDEQAI	Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar nterior
N ₂ O	Óxido nitroso
PIB	Produto Interno Bruto
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
RCN	Regime de Certificados Negociáveis
SIF	Sistemas de Incentivos Financeiros
UE	União Europeia
UE-25	União Europeia a 25

Unidades

J	Joule
kg	Quilograma
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-hora
l	Litro
m	Metro
m ²	Metro quadrado
mg	Miligrama
mm	Milímetro
ppm	Partes por milhão em termos mássico
t	Tonelada
tCO ₂ eq	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
tep	Tonelada equivalente de petróleo
°C	Grau Célsius
%	Percentagem
€	Euro
\$	United States Dollar (USD) (Dollar Americano)

1. ENQUADRAMENTO

Este capítulo descreve o panorama energético mundial e português, o objectivo do trabalho, os métodos utilizados para o desenvolvimento do mesmo, bem como a sua estrutura.

1.1. INTRODUÇÃO

A evolução das sociedades humanas está intimamente relacionada com a disponibilidade de recursos, e a capacidade, através do seu funcionamento global de utilizarem estes mesmos recursos para suprimir as suas necessidades. Conforme os indicadores de desenvolvimento têm por demais evidenciado, o recurso energia, mais do que nunca, é actualmente um bem decisivo no desenvolvimento económico-social de qualquer sociedade (Demirbas, 2005; NGP, 2009).

Os primeiros registos sobre o aumento intensivo do consumo energético ocorreram com a Revolução Industrial, na Europa Ocidental, durante a segunda metade do século XVIII (Malanima, 2006). Numa primeira fase, o carvão foi inequivocamente a principal fonte primária de energia (Clark, 2002). Na metade do século XIX emergiu o petróleo, assumindo hoje como a principal fonte energética mundial (IEA, 2010). Nos últimos anos, o gás natural tem figurado na estrutura de consumo, fechando o triângulo e assumindo-se como fonte de energia fóssil emergente (IEA, 2010).

Em 1973 assistiu-se ao primeiro choque energético mundial. Na altura, um conjunto de países, organizados na Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP) provocou um grave crise energética ao duplicarem o preço do barril do petróleo. Face a esta situação, os países consumidores de petróleo alteram significativamente os seus comportamentos relativamente à utilização de energia (IEA, 2009; Lund, 2010). A aposta na racionalização dos consumos e na eficiência energética ganharam forma desde então, ao mesmo tempo que se procurava alternativas energéticas para minimizar os efeitos da dependência externa de energias fósseis (IEA, 2009; Jacobsson & Johnson, 2000).

Desde primeiro choque energético, o consumo mundial de energia duplicou, passando de cerca de 6 para 12 Gtep em 2008. A produção de electricidade quase triplicou nesse mesmo período e continua a ser insuficiente (EIA, 2010). Há mais de 1.500 milhões de pessoas sem acesso a energia eléctrica e/ou sem satisfazer todas as suas necessidades energéticas (NGP, 2009; IAEA, 2005). O desenvolvimento dos mercados emergentes como a China e a Índia tem agudizado ainda mais esta situação, agravando o desequilíbrio entre a oferta e a procura de energia (Engenium, 2009; IEA, 2009). A elevada taxa de crescimento populacional nos países em desenvolvimento, situados maioritariamente no hemisfério sul e na Ásia, que na sua maioria ostentam o mesmo

modelo de desenvolvimento adoptado pelos países desenvolvidos, desenvolvimento não sustentável (conceito apresentado no Capítulo 3), é mais um factor a ter em consideração nesta matéria (Castanheira & Gouveia; 2004). Estima-se que a procura de energia deverá crescer cerca de 60 % até 2030, com os custos a assumirem crescimentos exponenciais (IEA, 2008).

Acompanhando o crescimento do consumo, a evolução dos custos energéticos, sobretudo na última década, tem tido um crescimento exponencial. No período 2001-2008, as cotações médias anuais do *brent* apresentaram uma acentuada tendência de crescimento, tendo sido registado o pico em 2008 (94,04 USD/barril), quando em 2001 o registo foi de 21,84 USD/barril. O máximo histórico verificado até hoje (137,11 USD/barril) ocorreu no dia 4 de Julho de 2008. Com a crise económica e financeira mundial, as cotações médias anuais baixaram significativamente, passando para 56.35 e 74.71 USD/barril, em 2009 e 2010 respectivamente. Contudo, lentamente a situação tende a agravar-se. Em Março de 2011, a cotação referida situou-se em 99.2 USD/barril, praticamente oito vezes superior a cotação registada em 1978¹.

De acordo com os dados mais recente do balanço energético mundial, 81,3 % de consumo de energia advêm das fontes fósseis, apresentando a seguinte distribuição: petróleo (33,2 %), seguido pelo carvão (27,0 %) e gás natural (21,1 %) (IEA, 2010). Este padrão de consumo tem inconvenientes. Os problemas ambientais graves e que cada vez mais se fazem sentir como o aquecimento global, poluição atmosférica e alterações climáticas têm como causa principal as emissões de CO₂ e outros gases de efeito de estufa (GEE) produzidos na sua maioria devido a utilização das energias fósseis (IPCC, 2007; Palmer & Burtraw, 2004).

Através da queima de combustíveis fósseis, em 2008, emitiram-se cerca de 29 mil milhões de toneladas de CO₂ para atmosfera. Para 2030, projecta-se² um crescimento destas emissões na ordem de 55 % em relação a 2008. (EIA, 2010; IEA, 2008). Como se pode verificar no Capítulo 3, as consequências ambientais projectadas em função do aumento da concentração deste gás na atmosfera nos próximos tempos são bastante assustadoras. No ano 2007 a concentração desse gás, situou-se em 384 ppm, superando

¹ Fonte: EIA - Energy Information Administration - Official Energy Statistics from US Government.

² Projecção de crescimento de acordo com cenário de referência apresentado na publicação “*World energy Outlook 2008*”, da International Energy Agency (IEA).

280 ppm recomendado pelo Painel Intergovernamental para Alterações Climáticas (IPCC, 2007, NGP, 2009).

Conjugando os factos e indicadores apresentados até agora, conclui-se facilmente que o modelo de desenvolvimento adoptado pelos países desenvolvidos em matéria de utilização de energia é nitidamente insustentável³ (Castanheira & Gouveia, 2004; Schäfer *et al.*, 2007). As turbulências nos mercados de aprovisionamento, designadamente a volatilidade dos preços, as incertezas nos equilíbrios geopolíticos e riscos de esgotamento das reservas fósseis, a par dos problemas ambientais sucintamente apresentados, impõem mudanças urgentes no que se refere ao padrão de utilização de energia no mundo (Duff *et al.*, 2009; Schäfer *et al.*, 2007).

Os grandes princípios que orientam as políticas energéticas face aos desafios actuais, designadamente os princípios consagrados no Livro Verde (Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura), encontram-se apresentados nos três pontos seguintes:

- Garantia na segurança do abastecimento de energia, através da diversificação dos recursos primários e dos serviços energéticos e da promoção da eficiência energética na cadeia da oferta e na procura de energia;
- Estimular e favorecer a concorrência, por forma a promover a defesa dos consumidores, bem como a competitividade económica;
- Minimização dos impactes sobre o ambiente em todas as fases e processos da cadeia de conversão energética.

Portugal apresenta uma política energética que assume integralmente a estratégia europeia para energia estabelecida no Livro Verde. As Fontes de Energia Renováveis (FER) a par da eficiência energética, apresentam-se como principais apostas para responder aos problemas energéticos referidos e em particular aos desafios nacionais apresentados a seguir (EP, 2005).

³Verificar os modelos de desenvolvimento apresentados no terceiro capítulo (subcapítulo 3.1).

A evolução do sistema energético português nos últimos anos caracteriza-se por uma forte dependência externa, situada acima de 80 % e por uma taxa de crescimento anual de 2,3 % no consumo de energia final entre 1990 e 2007, suportado em grande medida pelos combustíveis fósseis (DGEG, 2010). Para além das importações das energias fósseis, uma boa parcela de energia eléctrica consumida no país (cerca de 20 % em 2008) é importado, contribuindo ainda mais para o desequilíbrio energético (DGEG, 2010; Engenium, 2009).

Portugal enfrenta um grave problema de endividamento externo, que se tem acentuado a cada ano. A balança comercial tem tido um défice de aproximadamente 10 % do PIB, contribuindo a factura energética de forma significativa para este desequilíbrio, com uma parte que se situa entre os 55 e os 60% (EP, 2010a). Em 1995, o saldo líquido das importações energéticas foi de 1.520 M€, em 2005 atingiu 5.514 e em 2008 aproximou-se dos 8.000 milhões (Engenium, 2009).

Com a adesão ao Protocolo de Quioto, no período entre 2008 e 2012, Portugal assumiu no contexto da co-responsabilidade no seio da EU, limitar a 27 % o crescimento das Emissões de GEE (EP, 2005). Entre 1990-2005 a emissão destes gases (medidos em CO₂ equivalente) cresceu a um ritmo médio de 3 % por ano, situando-se, em 2005, cerca de 45% acima do valor de 1990 e afastando-se aproximadamente 18 % da meta estabelecida para 2008-2012 (APA, 2007).

Dado que o consumo de energia em Portugal é repartida pelos vários sectores de actividades, nomeadamente as indústrias, os edifícios (residenciais e de serviços) e os transportes, torna-se necessário estabelecer medidas de actuação, de âmbito sectorial, que conduzam ao estabelecimento de objectivos por sector, de forma a que seja possível gerir a respectiva contribuição para o objectivo global.

O enquadramento político e estratégico para inverter o panorama energético português encontra-se explícito na Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro, que aprovou a Estratégia Nacional para a Energia (ENE), prevendo na sua linha de orientação a aprovação de um Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE). O PNAEE assume-se assim, como um instrumento de suma importância no que se refere à estratégia para o sector energético, dando um contributo decisivo no quadro dos problemas e desafios apresentados.

Antes do PNAEE, na Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001, de 19 de Outubro, foi aprovado o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) considerado fundamental para resolver os desafios do sector energético. O E4 apresenta um conjunto de medidas, definido para o futuro no horizonte de 2010 que visam criar condições necessárias para transformação do mercado energético nacional.

O programa do XVIII governo, entre vários desígnios, defende a intenção de “Assegurar a posição de Portugal entre os 5 líderes europeus ao nível dos objectivos em matéria de energias renováveis em 2020”. Esta intenção, vem reforçar as estratégias definidas no PNAEE e no programa E4.

Sendo o sector doméstico responsável por cerca de 18 % do consumo de energia final em Portugal, ficando apenas atrás dos sectores dos transportes (37 %) e indústrias (29 %), o PNAEE e E4 não podiam deixar de lhe dar especial atenção (DGEG, 2010). As medidas previstas para o sector doméstico no âmbito do programa e plano referidos, são apresentadas sumariamente a seguir:

No âmbito do programa E4:

- A criação ou extensão de medidas de incentivo fiscal à eficiência energética na compra de equipamentos;
- A actualização e reforço das acções tendentes à promoção da eficiência energética nos edifícios (RCCTE – Decreto-Lei nº 40/90 de 6 de Fevereiro) e nos sistemas energéticos de climatização em edifícios (RSECE - Decreto-Lei nº 118/98 de 7 de Maio).

No que concerne à promoção de energia endógena e/ou renovável no sector, ainda no âmbito do referido programa e do PNAEE destacam-se:

- A criação ou extensão de medidas de incentivo fiscal às energias endógenas;

- A promoção da microgeração de electricidade a partir de fontes renováveis (solar fotovoltaico, micro-turbinas), com particular relevância para a integração arquitectónica dos dispositivos de captação nos edifícios;
- O Lançamento de um programa nacional de apoio ao aquecimento de águas sanitárias por energia solar;
- A concessão de incentivos ao desenvolvimento de serviços de energia no domínio do aquecimento de águas sanitárias por energia solar, associada em alternativa ao gás ou à electricidade e dirigido, em particular, mas não exclusivamente, ao sector doméstico.

A decomposição da utilização de energia no sector doméstico em Portugal, coloca a produção da AQS e climatização no topo das prioridades, uma vez que representam 45,5 % do consumo de energia final (DGE & INE, 2011). Tendo em conta este dado objectivo, no quadro das medidas previamente apresentadas, destacam-se a ***criação e incentivos a produção de energias endógenas e a Lançamento de um programa nacional de apoio ao aquecimento de águas sanitárias por energia solar.***

1.2. OBJECTIVO

Portugal é um País dotado com abundantes recursos naturais que permitem o desenvolvimento e aproveitamento das energias renováveis. A floresta, como fonte indispensável para a prospecção de bioenergia, a par da elevada exposição solar existente no país, principalmente quando comparada com outros países europeus situados mais a norte, constituem importantes fontes de energias endógenas e renováveis (Virgílio, 2009; Sá, 2009).

No quadro da ENE, o aproveitamento dos recursos endógenos e renováveis têm-se destacado como nunca (EP, 2005). A aposta na produção descentralizada de energia, tem sido um dos domínios marcantes na penetração das energias renováveis, onde a penetração das tecnologias solares térmicas, principalmente no tecido residencial tem sido decisivo. A Medida Solar Térmico 2009 (MST-2009) contribuiu para o auge associado à produção de AQS renovável no sector doméstico (EP, 2009; Virgílio, 2009).

A biomassa, recurso abundante e com distribuição ao longo do território nacional, sobretudo mais a norte, tem sido o parente pobre no quadro das apostas efectuadas no âmbito da produção de AQS/aquecimento renovável (EP, 2005; Sá, 2009). Curiosamente, este recurso tem sido devastado pelos incêndios registados no período mais quente do ano, situação muitas vezes agravada pela carência de limpeza e gestão das florestas (Sá, 2009). Numa altura em que a tecnologia associada ao aproveitamento da biomassa para preparação de AQS/aquecimento tem tido um desenvolvimento inquestionável, com resultados favoráveis em muitos países da Europa (Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2007), procura-se neste trabalho analisar os efeitos dos incentivos financeiros para utilização da biomassa (caldeiras a pellets) para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos residenciais em Portugal versus a utilização da tecnologia solar térmica para o efeito.

Os efeitos dos incentivos financeiros referidos são analisados sob perspectivas energéticas, ambientais e económico-sociais. Relativamente à análise comparativa entre as formas de energias equacionadas neste estudo, recorre-se ao desenvolvimento de um modelo onde se estabelece as condições que permitem determinar os impactes associados à utilização da biomassa e para sistemas solares utiliza-se os indicadores dos efeitos projectados para MST-2009.

Para atingir este objectivo geral, estabeleceram-se quatro objectivos intermédios que passam por:

- i. Caracterizar o sector energético nacional de uma forma geral e em particular o sector dos edifícios residenciais;
- ii. Identificar e caracterizar os SIF utilizados para incentivar a utilização das energias renováveis para produção de AQS/aquecimento em alojamentos no quadro nacional e internacional;
- iii. Desenvolver soluções SIF para incentivar utilização de biomassa para produção de AQS/aquecimento no sector residencial em Portugal;
- iv. Avaliar os impactes a vários níveis, nomeadamente a níveis energéticos e ambientais, económicos e sociais associados ao SIF desenvolvido em comparação com AQS solar.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Para além deste Capítulo, a tese é constituída por mais sete capítulos a saber:

- ***Capítulo 2: Caracterização do sector energético Nacional***

Neste capítulo é apresentado o balanço energético nacional dos últimos anos. Os principais pontos expostos nesse segundo capítulo são: caracterização e análise do consumo de energia final (por forma de consumo e sectores); consumo de energia primária e dependência energética; padrão de utilização de energia no sector residencial, designadamente o consumo de energia para produção de AQS e/ou aquecimento nos alojamentos.

- ***Capítulo 3: Revisão bibliográfica***

Este terceiro capítulo retrata os assuntos levantados e/ou apresentados sucintamente no primeiro capítulo, dos quais se destacam os seguintes: relação energia, ambiente e sustentabilidade, assinalando os impactes ambientais associados à utilização de energia; cenários de utilização de energias mundial (evolução de consumos, preços e investimentos); domínios de intervenção e políticas concretas tendo em vista a promoção de FER. Especificamente, neste espaço, são analisados os Sistemas de Incentivos Financeiros (SIF) aplicados no âmbito de AQS/aquecimento renovável em alojamentos, estabelecendo as condições e enquadramento para análise em concreto do caso português, apresentando alternativa biomassa para o efeito em comparação com tecnologia solar.

- ***Capítulo 4: Metodologia***

Apresentar-se-ão neste Capítulo os procedimentos utilizados para o desenvolvimento dos Capítulos 5, 6 e 7.

- ***Capítulo 5: Modelo***

Neste capítulo são desenvolvidos e estabelecidos as condições que permitem projectar as necessidades energéticas nos alojamentos em Portugal, designadamente as necessidades de energia para climatização e AQS. Projectam-se os indicadores que permitem avaliar os impactes que resultam do aproveitamento das energias renováveis para satisfazer as necessidades energéticas referidas.

- **Capítulo 6: Aplicação do Modelo**

Com base no modelo desenvolvido no capítulo anterior, neste capítulo são determinados os indicadores que permitem avaliar os impactes associados à utilização de energia renováveis para AQS e/ou climatização nos alojamentos em Portugal. O foco relativamente à análise e discussão dos resultados centra-se sobre a comparação entre o incentivo para utilização da biomassa versus AQS solar em Portugal.

- **Capítulo 7: Análise dos resultados**

Neste penúltimo Capítulo efectuam-se as análises dos resultados do trabalho realizado. Nomeadamente a análise dos efeitos dos incentivos para utilização de caldeira a pellets versus sistema solar térmico nos alojamentos em Portugal.

- **Capítulo 8: Conclusões**

Neste último Capítulo, são apresentadas as conclusões principais do trabalho.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR ENERGÉTICO NACIONAL

Objectivos:

- Apresentar e analisar o padrão de consumo de energia em Portugal, designadamente no que diz respeito ao consumo, importação e produção de energia;
- Expor e analisar o consumo energético por sectores de actividade, realçando o padrão do consumo nos edifícios;
- Caracterizar os consumos de energia no sector doméstico, destacando os consumos destinados à produção de AQS

2.1. PADRÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

Não obstante os dados recentes sobre o balanço energético nacional, os indicadores sobre o padrão do consumo de energia caracterizados neste Capítulo vão até ao ano 2007. Pois, até a conclusão deste estudo, os indicadores sobre a caracterização do parque habitacional disponíveis, dados pela publicação “inquérito às despesas das famílias” reportam ao ano 2005/2006. Como se pode verificar mais adiante (Capítulo 6), a publicação referida constitui uma ferramenta indispensável para a execução dos objectivos estabelecidos neste trabalho.

2.1.1. Consumos de energia final

Apresenta-se na figura a seguir a estrutura do consumo de energia final por sectores de actividade em Portugal.

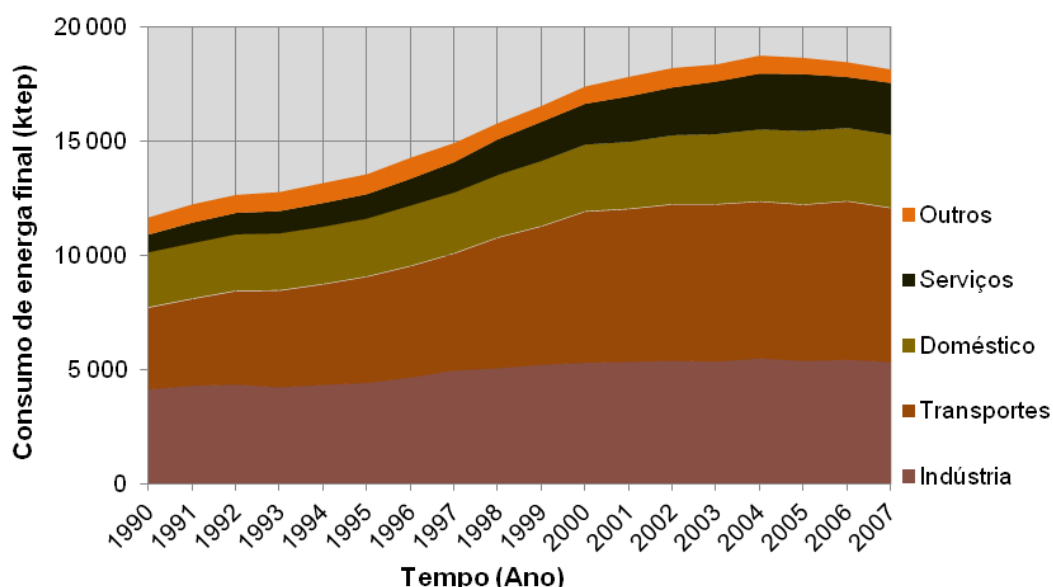


Figura 2.1: Consumo de energia final por sectores de actividades em Portugal (DGEG, 2010).

É visível que a evolução do consumo de energia final apresentada na Fig.2.1 conheceu pelo menos duas fases distintas. A primeira fase (1990-2000), caracterizado por um forte crescimento e uma segunda fase, ente 2000 e 2007, onde se verificou uma desaceleração deste crescimento e a partir de 2004 uma diminuição do consumo (DGEG, 2007).

Tendo por objectivo analisar rigorosamente os indicadores apresentados na Fig.2.1, determinaram-se as variações que sofreu o consumo de energia na primeira e segunda fase destacadas e, ainda a evolução durante todo o período em análise, descriminada por sectores de actividades.

Na Tabela 2.1 encontram-se compilados as variações do consumo de energia final por sectores de actividades anunciados anteriormente.

Tabela 2.1: Variação do consumo de energia final por sector de actividade entre 1990 a 2007.

Sector	Variação (1990-2000)	Variação (2000-2007)	Variação (1990-2007)
Industria (*)	28,3 %	0,6 %	29,1 %
Transportes	84,9 %	1,8 %	88,3 %
Domestico	20,4 %	9,3 %	31,6 %
Serviços	129,8 %	27,0 %	191,8 %
Total	41,9 %	4,3 %	55,4 %

(*) Indústria transformadora e extractiva, excluindo utilizações de produtos energéticos como matérias-primas industriais (DGEG, 2010)

Da análise conjunta da Fig.2.1 e da Tabela 2.1, pode-se verificar que entre 1990-2007, o consumo de energia final em Portugal, cresceu 3,3 % ao ano, de que resultou um crescimento total da procura de cerca 55,4 % (DGEG, 2010). Quando analisada, de forma individual a evolução do consumo por sectores de actividades, verifica-se que o consumo cresceu em todos os sectores nesse período. Os sectores que mais se destacaram a esse nível foram os serviços e transportes, que aumentaram o seu consumo em 192,8 e 88,3 %, respectivamente (DGEG, 2010).

Em 10 anos, entre 1990 a 2000, o consumo de energia final cresceu 41,9 %, enquanto no período seguinte, entre 2000-2007 esse crescimento abrandou para 4,3 pontos percentuais (DGEG, 2010). Esta mudança radical de comportamento, traduzida pelas respectivas taxas de evolução do consumo energético deve-se essencialmente às reformas energéticas levados a cabo nos últimos anos (EP, 2005).

Como consequência do crescimento do consumo de energia final, entre 1990-2007, a estrutura do consumo por sector de actividade alterou-se significativamente. O sector dos edifícios (serviços e residências) passou a ocupar a segunda posição, com 31 % do

consumo em relação à terceira (28 %) que ocupava em 1990. A par do sector dos edifícios, o sector dos transportes aumentou o seu peso na estrutura do consumo, de 33 % em 1990 para 37 % em 2007, liderando assim a estrutura de consumo de energia final por sector de actividade. A indústria deixou de liderar, passando a representar 29 % do total desse consumo ao invés de 35 % registado em 1990 (DGEG, 2010).

A Fig.2.2 abaixo apresentada, realça melhor a transformação que sofreu a estrutura de consumo de energia final entre de 1990-2007 em Portugal.

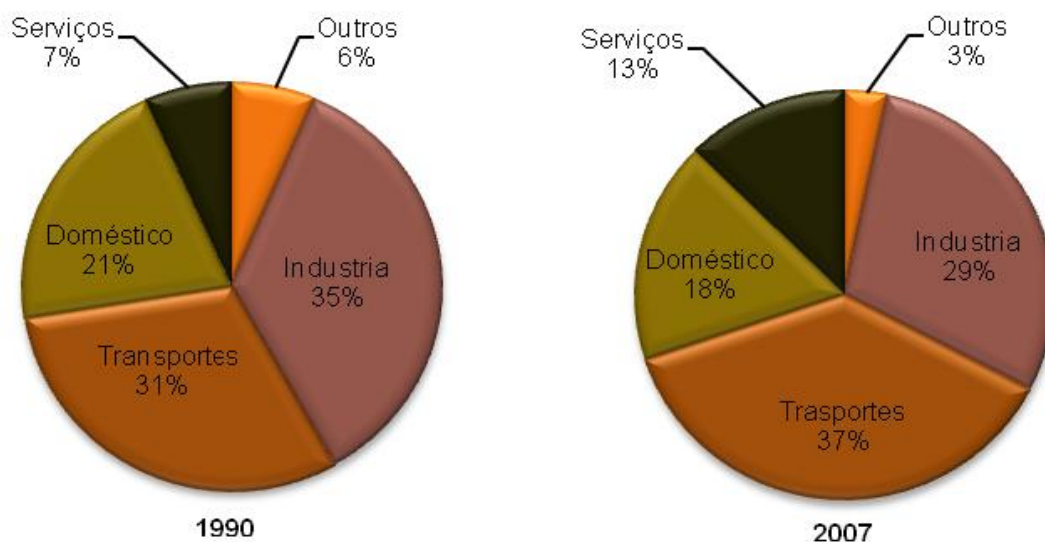


Figura 2.2: Estrutura de consumo de energia final por sector de actividade em Portugal entre 1990 a 2007 (DGEG, 2010).

As fontes energéticas que suportam o consumo de energia final em Portugal são muito diversificadas. Há nitidamente um domínio de produtos petrolíferos, cujo contributo se aproximou dos 60 % no período analisado. Em 2007, a electricidade representava 20 % do consumo de energia final. Com uma taxa de crescimento de cerca de 52 %, no período analisado, a electricidade foi a forma de energia final que mais cresceu (DGEG, 2010).

A entrada do gás natural no mercado energético nacional em 1997 foi um marco importante, quer ao nível da diversificação das fontes energéticas, quer ao nível da redução da dependência dos produtos petrolíferos na oferta de energia final, com forte impacto na redução do custo energético (DGEG, 2010). Em 2007, o gás natural representava 7,2 % do consumo total de energia final, o que reflecte o seu rápido crescimento na estrutura do consumo de energia final (DGEG, 2010).

Para além das três formas de consumos referidas, ainda há que considerar o contributo das FER que representa cerca de 50 % do agrupamento “outros” apresentado na Fig.2.3. A rubrica “outros”, que corresponde a 17 % do total de consumo de energia final, inclui ainda o gás de coque, gás de alto-forno, alcatrão e gases incondensáveis, lenhas e resíduos vegetais, resíduos sólidos urbanos, licores sulfíticos e biogás (DGEG, 2010).

A evolução do consumo de energia final por fonte de energia referida encontra-se apresentada na figura seguinte:

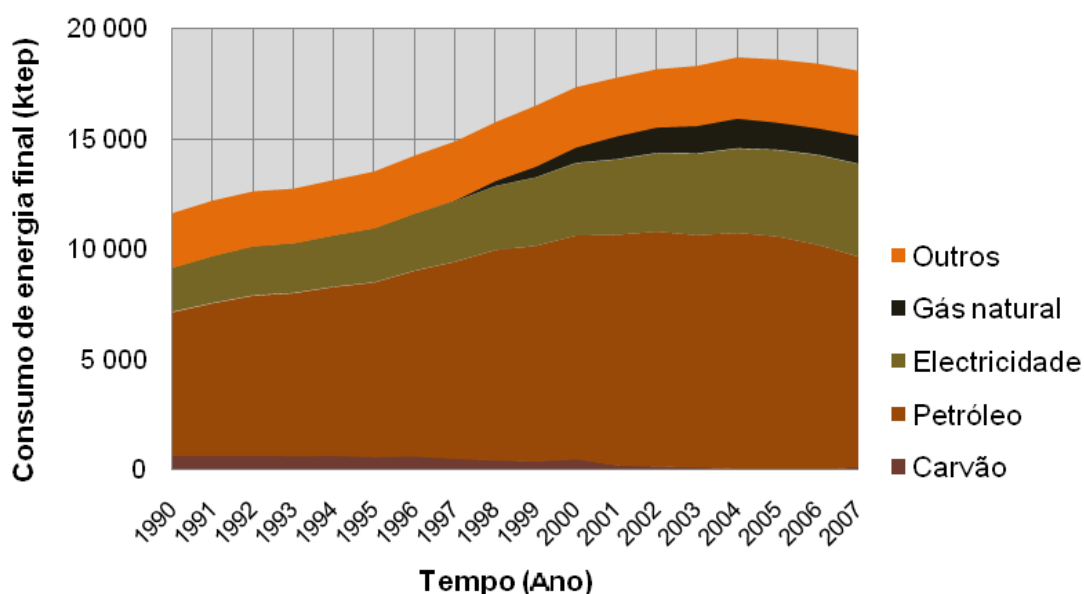


Figura 2.3: Consumo de energia final por formas de consumo em Portugal (DGEG, 2010).

2.1.2. Consumo de energia primária

A evolução do consumo de energia primária, para fazer face ao consumo de energia final em Portugal, encontra-se representada na Fig.2.4.

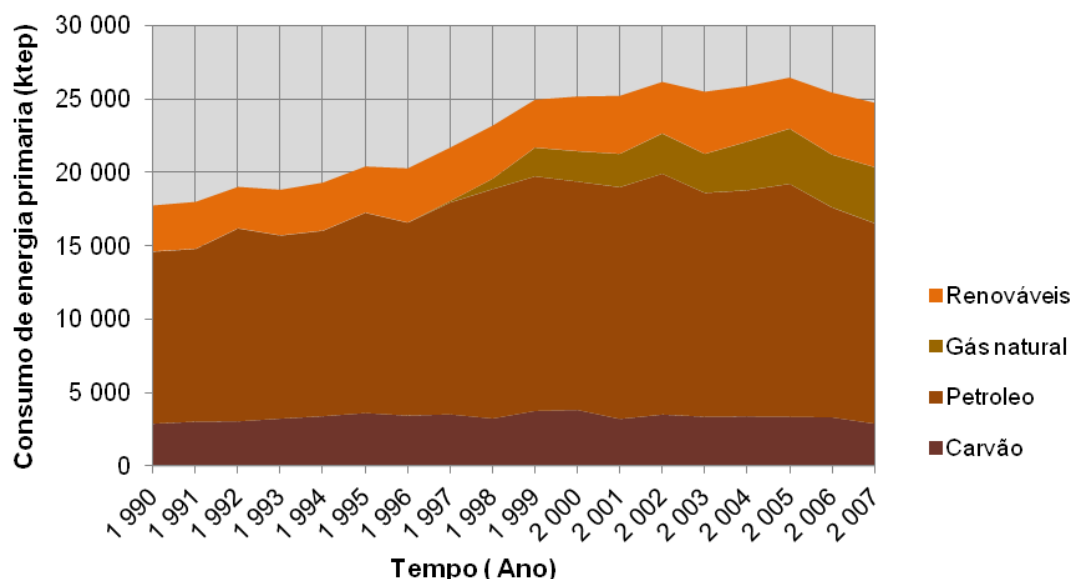


Figura 2.4: Evolução do consumo de energia primária em Portugal (DGEG, 2010).

Analisando a figura anterior, verifica-se que a tendência de crescimento do consumo de energia primária é semelhante ao consumo de energia final previamente caracterizado. Ou seja, entre 1999 e 2000 verificou-se um crescimento maior, com uma taxa de 2,2 % ao ano, enquanto que entre 2000-2007 a evolução foi praticamente zero. Em termos geral, no período analisado, o consumo de energia primária cresceu 21 % (DGEG, 2010).

Relativamente às fontes energéticas, o petróleo foi a forma de energia predominante no abastecimento do País, representando 54 % do consumo total de energia primária em 2007. Neste mesmo ano, o gás natural representava já perto de 15,0 % no abastecimento de energia primária, fruto de um rápido crescimento a partir de 1997. A contribuição do carvão ao longo do período analisado tem sido praticamente constante, representando cerca de 11,3 % do total do consumo de energia primária (DGEG, 2010).

O contributo das energias renováveis na estrutura referida em 2007 foi de 17,1 %. Em 2006 o contributo destas foi de 16,1 %. A diferença entre 2006 e 2007 traduz o crescimento da potência instalada em FER para produção de electricidade nos últimos anos. Em 2007 atingiu-se 7.645 MW de potência instalada sendo 4.883 MW em hídrica, 2.201 MW em eólica, 507 MW em biomassa, 30 MW em geotérmica e 24 MW em fotovoltaico (DGEG, 2010).

2.1.3. Dependência energética

Não tendo sido descobertos petróleo e gás natural ou jazidas de carvão exploráveis em termos económicos em Portugal, a importação de energia primária, nomeadamente de petróleo, foi o caminho encontrado para abastecer o mercado energético.

Na Fig.2.5 encontra-se apresentado o balanço entre o consumo de energia primária e a importação desta mesma forma de energia, designada por dependência energética, medida em percentagem (%).

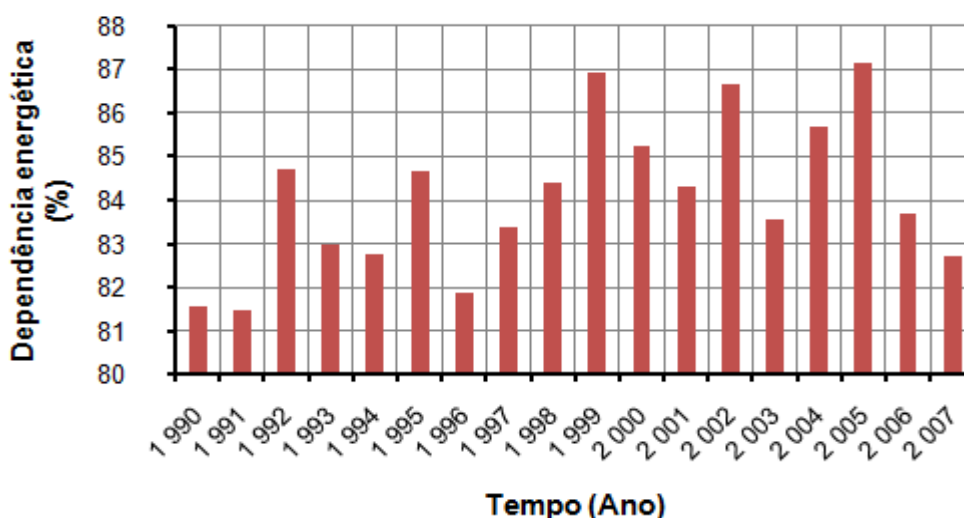


Figura 2.5: Evolução da dependência energética de Portugal (DGEG, 2010).

Analisando a figura anterior, verifica-se que a dependência energética nacional, devido à importação de energias fósseis e mais recentemente de electricidade, entre 1990 a 2007, esteve sempre acima dos 80 %. Este indicador atingiu o seu máximo (85 %) em 2005. Em 2007 registou-se um dos valores mais baixo da serie, cerca de 81 % e isso demonstra que, as medidas desencadeadas no âmbito da estratégia nacional para energia têm atenuado a elevada taxa de dependência verificadas nos últimos anos (DGEG, 2010).

2.2. PADRÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS

Não obstante a caracterização do consumo de energia por sectores de actividades apresentado até aqui, neste subcapítulo é apresentado e caracterizado o padrão do consumo de energia nos edifícios, designadamente no sector doméstico.

Quanto aos edifícios em geral, as fontes energéticas correspondentes ao consumo de energia final são múltiplas. De acordo com os dados de consumo de energia em Portugal, em 2007, a electricidade representava perto de metade do consumo, seguido de derivados de petróleo, “outros” (contêm gás, gás de cidade e calor) e gás natural (DGE, 2010).

Na Fig.2.6 apresentada a seguir, encontra-se expressa a estrutura do consumo de energia nos edifícios em Portugal verificado em 2007.

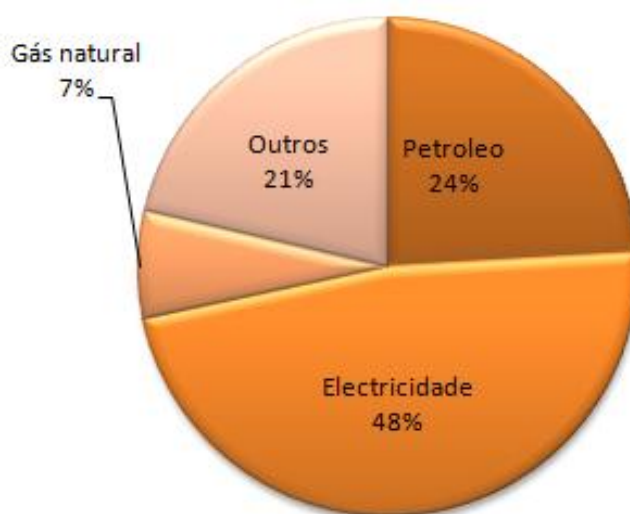


Figura 2.6: Estrutura de consumo de energia final nos edifícios em 2007 (DGE, 2010).

2.2.1. Consumo de energia no sector doméstico

Tendo em conta o objectivo geral deste trabalho, interessa ainda realçar os seguintes aspectos, que têm a ver com a caracterização do consumo de energia nos alojamentos domésticos, nomeadamente:

- A evolução do consumo de energia no sector, bem como os indicadores que suportam esta evolução;
- A caracterização tendo em conta os vectores energéticos e utilidades associadas;
- Abordagem e análises sobre equipamentos/electrodomésticos utilizados para preparação de AQS/aquecimento e, ainda as novas tendências de consumo, designadamente a micro-produção renovável.

Os assuntos levantados nos três pontos anteriores, serão objectos de análises nas próximas subsecção, a começar por:

2.2.1.1. Evolução do consumo de energia

Entre 1990 a 2007 o consumo de energia final no sector doméstico cresceu cerca de 1,86 % ao ano, passando de **2.546,75 para 3.2130,4 ktep** (DGEG, 2010). Este crescimento deveu-se essencialmente ao aumento de rendimento disponível, traduzida em melhoria de qualidade de vida e a inovação e o desenvolvimento tecnológico traduzidos na aquisição de novos electrodomésticos considerados indispensáveis para o conforto e bem-estar, já que a evolução do parque habitacional e habitantes ficaram muito aquém desse registo (DGE, 2002; DGEG, 2010).

Os indicadores que suportam o argumento que justifique o crescimento do consumo de energia apresentado no parágrafo anterior vão ser apresentados a seguir, mediante duas abordagens: a primeira abordagem incidirá sobre a relação consumo de energia em alojamentos, a segunda sobre a evolução do consumo de energia final face ao crescimento populacional.

Relativamente à primeira abordagem (primeiro indicador), em 2001, ano referente a primeira publicação dos dados anuais sobre alojamentos existentes em Portugal⁴, existiam pouco mais de 5,1 milhões de alojamentos em todo o território nacional, com um consumo de energia final por alojamento de 0,573 tep. A evolução deste indicador desde então até o ano 2007 (5,6 milhões de alojamento), tem-se comportado da seguinte forma: em 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007 os consumos registados por alojamentos foram 0,577; 0,576; 0,583; 0,588; 0,578 e 0,571 tep respectivamente (DGEG, 2010; INE, I.P., 2008a).

Os anos de referência aqui utilizados não reflectem o período mais notório de crescimento do consumo de energia em Portugal, nomeadamente a tendência evidenciada na tabela1 entre 1990 a 2000. No entanto, reflecte a tendência de crescimento do consumo em habitações, num período onde a evolução do consumo de energia final em Portugal nos edifícios, em comparação com década de noventa foi nitidamente reduzida.

⁴ Série de dados anuais publicado pelo Instituto Nacional de Estatísticas (INE)

Quanto ao segundo indicador, o período de referência é mais amplo quando comparado com o anterior. Entre 1990-2007 o consumo percapita de energia final nos edifícios residenciais passou de 0,25 para 0,30 tep/hab. (DGEG, 2010).

Os índices de consumo percapita de energia final entre 1990 a 2007 encontram-se apresentados na Fig.2.7.

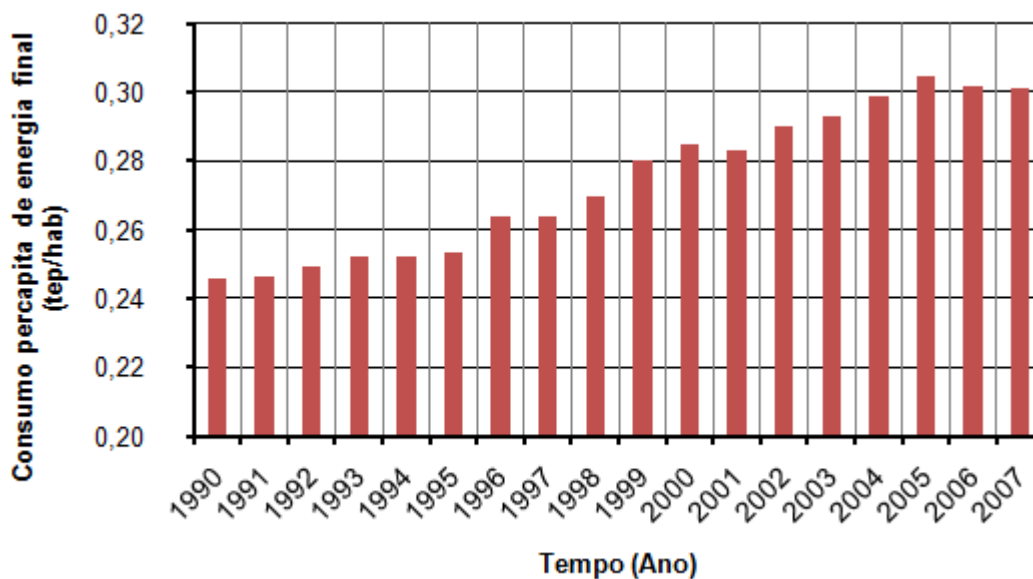


Figura 2.7: Evolução do consumo percapita de energia final nos alojamentos residências em Portugal (DGEG, 2010).

Os números apresentados demonstram nitidamente o aumento de consumo percapita nos alojamentos em Portugal e, não deixam qualquer margem para dúvidas de que o incremento do consumo se deve às razões oportunamente apresentadas.

A qualidade dos edifícios, as necessidades do conforto como aquecimento e arrefecimento de espaços; as necessidades básicas ligadas à higiene como casa de banho, esgotos, água corrente, quente e fria; os electrodomésticos de apoio às tarefas como máquinas de lavar roupas, secar e de lavar loiças; o uso de equipamentos de entretenimento e recentemente a introdução de microondas e proliferação dos computadores são apenas alguns exemplos que servem para justificar o aumento do consumo percapita de energia verificado no sector doméstico (DGE, 2002; DGGE, 2004).

Na próxima subsecção, é analisada as formas do consumo de energia no sector doméstico (vectores energético).

2.2.1.2. Vectores energéticos

A estrutura do consumo de energia final por vectores energéticos nos edifícios residenciais, referente ao ano 2007 em Portugal é apresentada da Fig.2.8 a seguir:

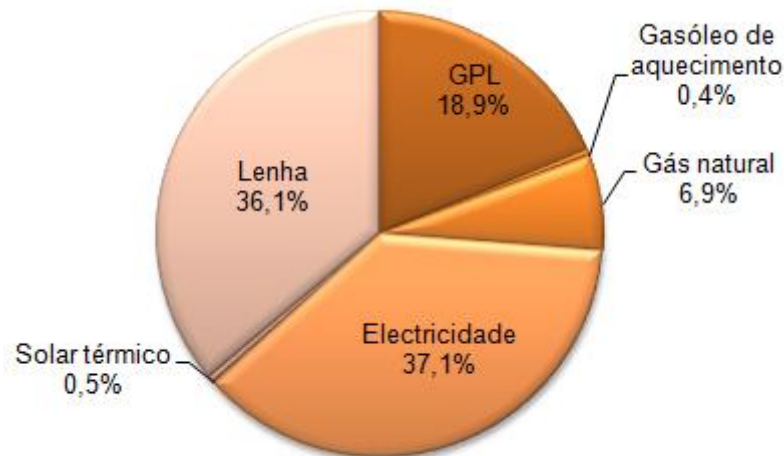


Figura 2.8: Estrutura de consumo de energia final por vectores energéticos nos edifícios residências em Portugal no ano 2007 (DGEG, 2011).

De acordo com os indicadores apresentados na figura anterior, em 2007:

- A electricidade representava 37 % do total dos **3.2130,4** ktep de energia consumidos nos alojamentos domésticos, seguido de lenha e GPL (Butano, Propano e Gas Auto).
- O consumo de gás natural ocupava a terceira posição com 7 %, seguido de solar térmico e gasóleo de aquecimento.

2.3. AQUECIMENTO E AQS NO SECTOR DOMÉSTICO

A repartição do consumo de energia final por tipo de utilizações nos alojamentos, agrupa-se nas seis categorias apresentadas na Fig.2.9.

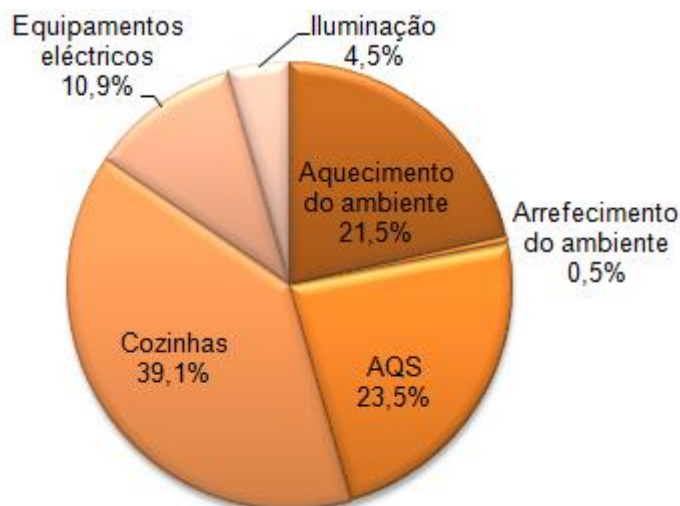


Figura 2.9: Utilizações de energia final no sector doméstico em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).

A repartição apresentada na figura anterior evidencia que a utilização de energia na Cozinha lidera o consumo de energia final no sector doméstico, seguido da produção de AQS. A produção de AQS e a climatização de espaço são responsáveis por 45,5 % do consumo de energia final nos alojamentos. Segue-se a iluminação e electrodoméstico responsáveis por cerca de 20 % desse consumo (DGEG & INE, I.P., 2011).

É de bom senso que as acções para energia desencadeadas no sector doméstico integrem todas áreas de consumo. No entanto, face ao perfil apresentado na Fig.2.9, a produção de AQS e a climatização devem merecer atenção especial, tendo em conta o seu peso na estrutura de consumo.

Uma caracterização detalhada do consumo de energia para produção de AQS e climatização dos espaços residenciais é apresentada a seguir.

2.3.1. Consumo de energia para climatização e preparação de AQS

O conforto térmico nos edifícios em geral e em particular nos edifícios residenciais é um requisito indispensável para o bem-estar das pessoas que passam grande parte do seu tempo nesses espaços. O aquecimento dos domicílios em Portugal no inverno é um imperativo nos dias de hoje. No contexto nacional, o acesso a água quente sanitária é igualmente indispensável para o conforto e bem-estar das pessoas.

Os vectores energéticos que asseguram o aquecimento de espaço e a produção de AQS nos domicílios em Portugal encontram-se apresentados a seguir:

2.3.1.1. Vectores energéticos

De acordo com as informações expostas na figura Fig.2.10, a seguir apresentada, o aquecimento de espaço (responsável por 21,5 % de consumo de energia final no sector doméstico) é assegurado essencialmente por lenha, seguido de gasóleo de aquecimento e electricidade. O conjunto composto por GPL e gás natural é responsável por 4 % do consumo de energia que se destina ao aquecimento nos alojamentos (DGEG & INE, I.P., 2011).

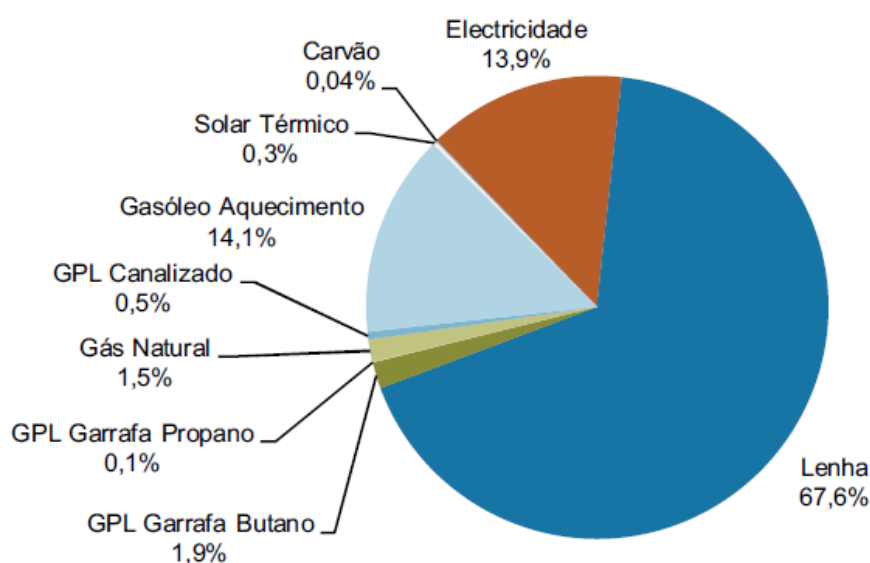


Figura 2.10: Distribuição do consumo de energia para aquecimento dos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).

Relativamente à distribuição do consumo de energia para produção de AQS apresentado na Figura 2.11, destacam-se o consumo do gás (GPL e gás natural) (78 %), seguido de gasóleo de aquecimento e lenha. A electricidade e o solar térmico são responsáveis por cerca de 3,4 e 3 % de consumo respectivamente.

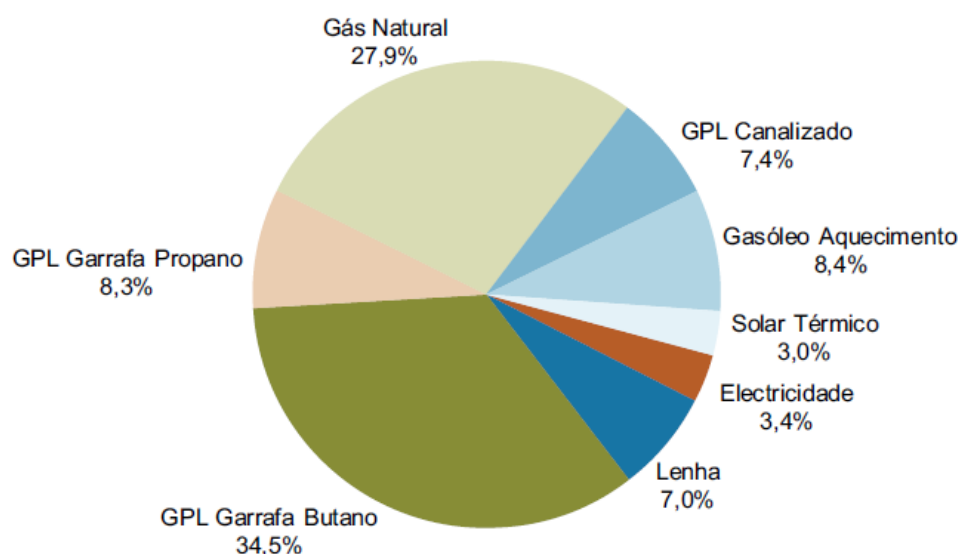


Figura 2.11: Distribuição do consumo de energia para produção da AQS nos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).

2.3.2. Tecnologias para preparação de AQS e climatização

Os equipamentos utilizados para produzir AQS e climatização nos alojamentos residenciais em Portugal são diversificados, nomeadamente no que se refere à configuração, à utilização de energia, à eficiência energética, à ocupação e integração nos espaços, entre outros aspectos.

Na Fig.2.12, encontram-se representados os equipamentos utilizados para aquecimento do ambiente e a respectiva taxa de presença nos alojamentos em Portugal (cerca de 80 % dos alojamentos em Portugal utilizam equipamentos para aquecimento do ambiente) (DGEG & INE, I.P., 2011).

As informações apresentadas na Fig.2.12, demonstram a importância do esquentador eléctrico no aquecimento do ambiente (Radiador, convector, termo-convector, termo-ventilador, radiador cerâmico, entre outros). Seguem-se por ordem decrescente de importância as Lareiras abertas e as Lareiras com recuperador de calor, o aquecimento central com circulação de água, o ar condicionado e por último o aquecedor a GPL independente (DGEG & INE, I.P., 2011).

O arrefecimento de ambiente, responsável por cerca de 0,5 % do consumo final de energia nos alojamentos é assegurado por seguintes equipamentos: aparelho individual

de ar condicionado, ar condicionado que aquece e arrefece (Bomba de Calor) e ventiladores. As taxas de presença destes sistemas nos alojamentos são: 7,2; 26,0 e 69,5 %, respectivamente. Importa referir ainda que apenas 23 % dos alojamentos em Portugal utilizam equipamentos para arrefecimento de espaço (DGEG & INE, I.P., 2011).

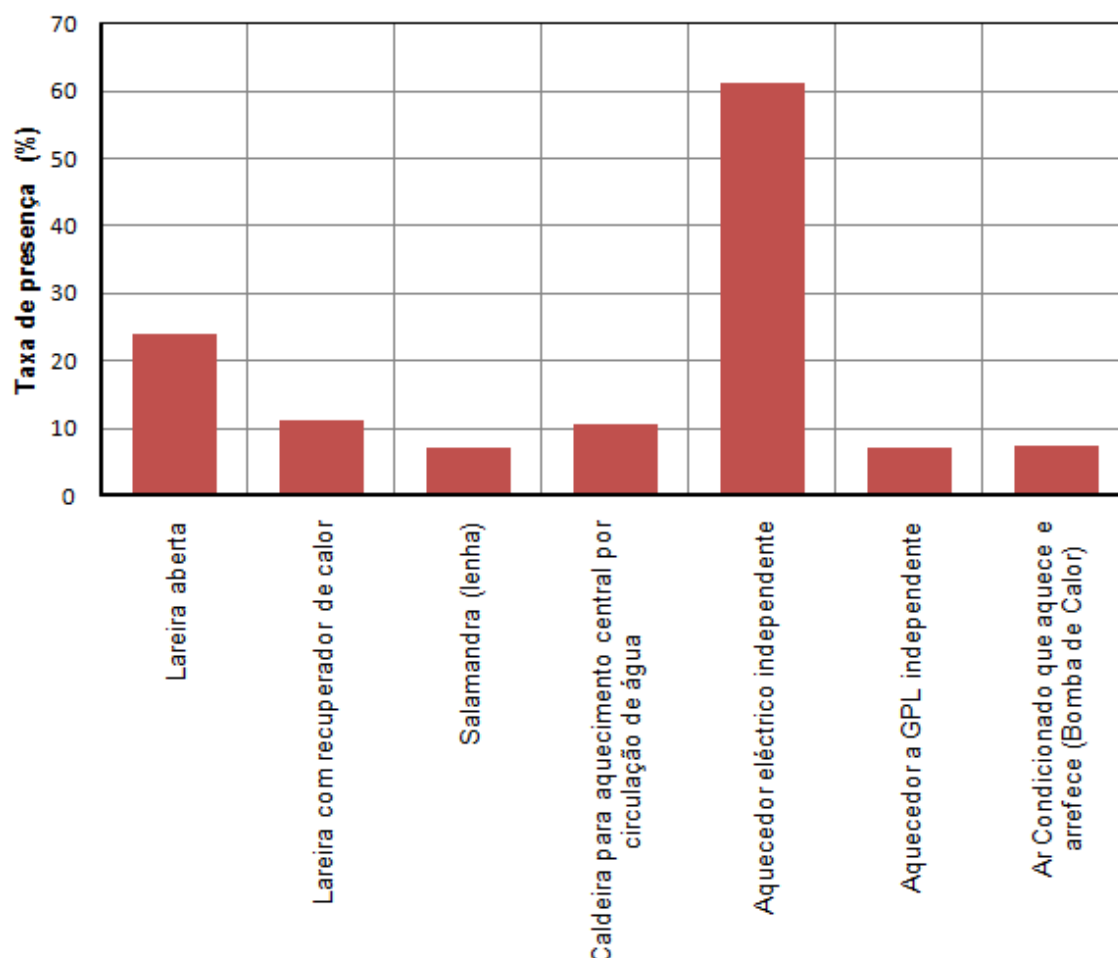


Figura 2.12: Caracterização dos equipamentos utilizados para aquecimento do ambiente nos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).

Para AQS é utilizado fundamentalmente o esquentador. A capacidade média dos esquentadores utilizados para o Aquecimento de Águas ronda os 14 litros por minuto. Em média cada alojamento dispõe de um único equipamento desse tipo. Seguem-se as Caldeiras e os termoacumuladores. A utilização dos sistemas solares térmicos para este fim nos alojamentos em Portugal é residual (DGEG & INE, I.P., 2011).

No que respeita à utilização das Caldeiras, é importante referir que em 56,8 % dos alojamentos que as utilizam, as caldeiras se encontravam ligadas ao sistema de

aquecimento central, sendo que nos restantes 43,2 % dos alojamentos, as caldeiras são independentes do aquecimento central. Em 54,7% dos alojamentos que utilizam caldeiras, a fonte de energia utilizada para o seu funcionamento é a biomassa (DGEG & INE, I.P., 2011).

A caracterização dos equipamentos utilizados para produzir AQS nos alojamentos em Portugal é apresentada na Fig.2.14 (praticamente todos os alojamentos utilizam sistemas para produção de AQS).

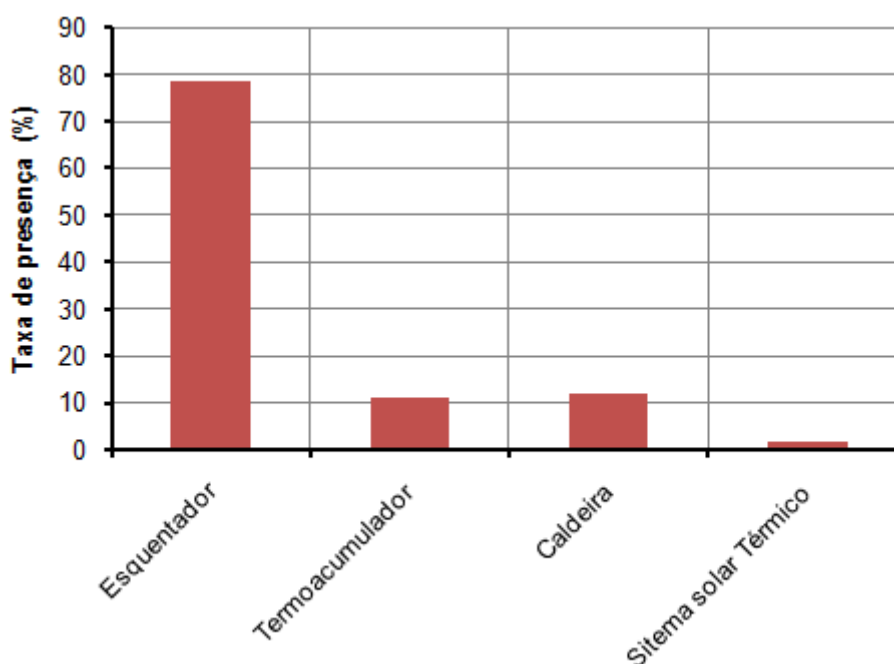


Figura 2.13: Caracterização dos equipamentos utilizados para produção de AQS nos alojamentos em Portugal (DGEG & INE, I.P., 2011).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Objectivos:

- Caracterizar os modelos de desenvolvimento e a sua relação com a energia, designadamente, os impactes a nível das alterações climáticas resultantes da utilização de energia;
- Analisar a utilização de energia numa perspectiva de políticas energéticas, dos indicadores actuais e as perspectivas para o futuro, exaltando o caso nacional.
- Documentar a importância da utilização das FER para preparação de AQS/aquecimento no sector residencial, bem como caracterizar e analisar as políticas de incentivos existentes, destacando a situação nacional;
- Estabelecer bases para o desenvolvimento de incentivos direccionados às tecnologias de conversão que permitam utilizar biomassa para preparação de AQS/aquecimento nos domicílios em Portugal.

3.1. MODELOS DE DESENVOLVIMENTO

Qualquer modelo de desenvolvimento, quer de uma aldeia, região ou até mesmo a escala global, corporiza três domínios que são: domínio económico, social e ambiental. Estes domínios são considerados pilares essenciais de desenvolvimento (Castanheira & Gouveia, 2004). A consequência deste paradigma de desenvolvimento, nomeadamente os diferentes domínios reconhecidos na sua espinha dorsal, leva a que a sua caracterização passe pela análise das acções desenvolvidas nestes meios e os impactes que provocam sobre estes domínios (IAEA, 2005).

A abordagem ao tema desenvolvimento assenta sobre dois modelos, o desenvolvimento sustentável ou o não sustentável (ONU, 1992). Hoje em dia, a relação entre utilização de energia e preservação do ambiente tem estado no topo das agendas políticas. Praticamente, não existe nenhuma política para energia que não atenda as questões ambientais. Os estudos de projectos, conferências científicas, encontros políticos, entre outros fóruns sociais recentes revelam este facto.

Seguidamente serão apresentados os conceitos associados aos modelos de desenvolvimento referidos.

3.1.1. Desenvolvimento sustentável (DS)

A interiorização dos princípios e das acções que lhe estão subjacentes emergiram sobretudo a partir da Declaração do Ambiente, adoptada pela primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972 e posteriormente consagrada na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro, Brasil em 1992.

Existem várias definições associadas ao termo, sendo que em termos objectivos, todas realçam a necessidade de assegurar a equidade na gestão das actividades desenvolvidas pelo homem, designadamente no que diz respeito as implicações económicas, sócias e ambientais.

No âmbito Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento (1992), proclamou-se que:

“O direito ao desenvolvimento deve ser exercido de forma a atender equitativamente às necessidades, em termos de desenvolvimento e de ambiente, das gerações presentes e futuras” e que “Para se alcançar um desenvolvimento sustentável, a protecção do ambiente deve constituir uma parte integrante do processo de desenvolvimento, não podendo ser considerada independentemente dele”.

3.1.2. Desenvolvimento não sustentável (DnS)

O DnS também foi enfatizado a partir da CNUMAD de 1992 em contra ponto ao DS. Este conceito é caracterizado sobre tudo pela subtracção de pelo menos um dos domínios de desenvolvimento supracitados, em detrimento de/dos outro(s).

Na Fig.3.1 e 3.2 encontram-se apresentadas as consequências do desenvolvimento sustentável e não sustentável respectivamente.

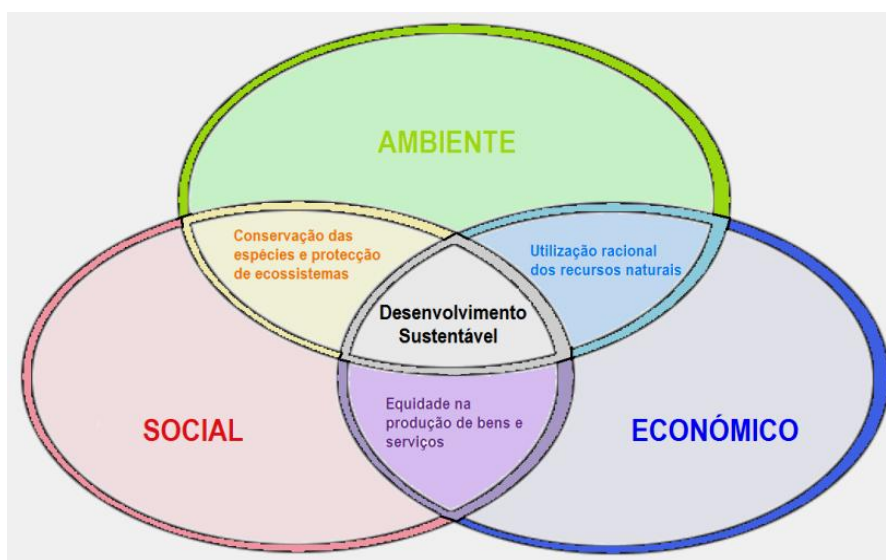


Figura 3.1: Cenários de um Desenvolvimento Sustentável (adaptação: Castanheira & Gouveia, 2004).

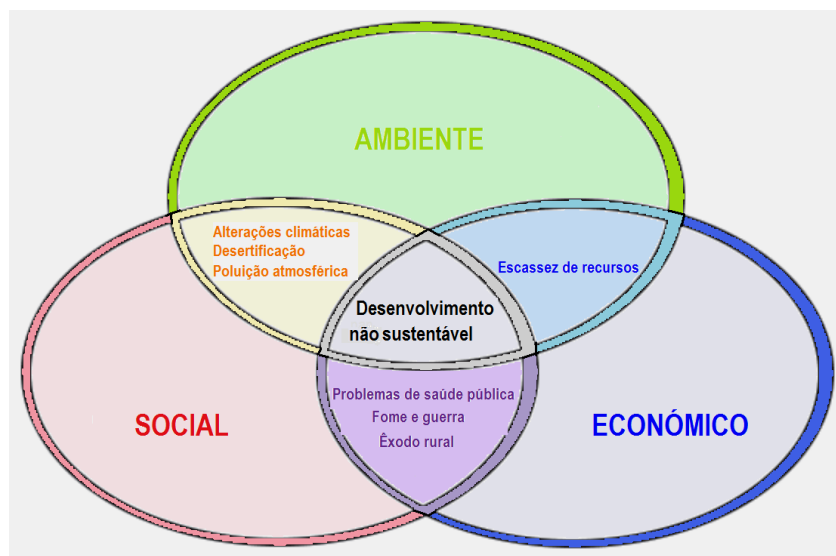


Figura 3.2: Cenários de um Desenvolvimento não sustentável (adaptação: Castanheira & Gouveia, 2004).

Analisando os cenários apresentados nas figuras anteriores à luz dos acontecimentos actuais (escassez de recursos como águas, preço de energia elevado, problemas ambientais e sociais elencados na Fig.3.2), conclui-se facilmente que, o actual modelo de desenvolvimento não se enquadra nos pressupostos do DS. Este facto revela que os países desenvolvidos não tiveram em consideração os desígnios de desenvolvimento definido na CNUMAD nos seus processos de crescimento, nomeadamente no que se refere à utilização de energia (NGP, 2009).

3.1.3. Indicadores de desenvolvimento

A questão levantada no último parágrafo da secção anterior tem suscitado vários interesses. O Produto Interno Bruto (PIB) é o indicador de desenvolvimento mais utilizado nos dias de hoje (Anielski & Johannessen, 2009). No entanto, devido ao facto deste não corporizar todos os domínios de desenvolvimento, designadamente as vertentes sociais e ambientais, ultimamente têm emergido alguns estudos, que revelam a necessidade de adopção de um indicador que inclua, não só as variáveis económicas como também os parâmetros que reflectem a evolução ambiental e social no processo de desenvolvimento (Castanheira & Gouveia, 2004; Hamilton, 1999).

O Indicador de Progresso Genuíno (IPG) é frequentemente considerado como um substituto para o PIB (Hamilton, 1999). O IPG corporiza todos os parâmetros que o PIB integra, mas também adiciona outras que representam o custo dos efeitos negativos relacionados com actividades económicas tais como o custo do crime, o custo da

destruição da camada do ozono, o custo do esgotamento de recursos, entre outros (Anielski, 2001; Hamilton, 1999). O IPG verifica os resultados positivos e negativos de crescimento económico para examinar os benefícios desse desenvolvimento.

Como pode ser observado na Fig.3.3, entre os anos de 1950 e 2000, o desenvolvimento económico do EUA teve um crescimento acelerado, consubstanciado pelo crescimento do PIB. Em contra ponto, verifica-se que o IPG não teve o mesmo padrão de evolução, apresentando praticamente o mesmo nível durante todo o período. Este facto demonstra que o PIB não traduz o estado de desenvolvimento de um país, designadamente a evolução das áreas fundamentais, mas sim os índices económicos. Por outro lado, revela que um bom desempenho económico pode hipotecar o desenvolvimento sustentável de um país.

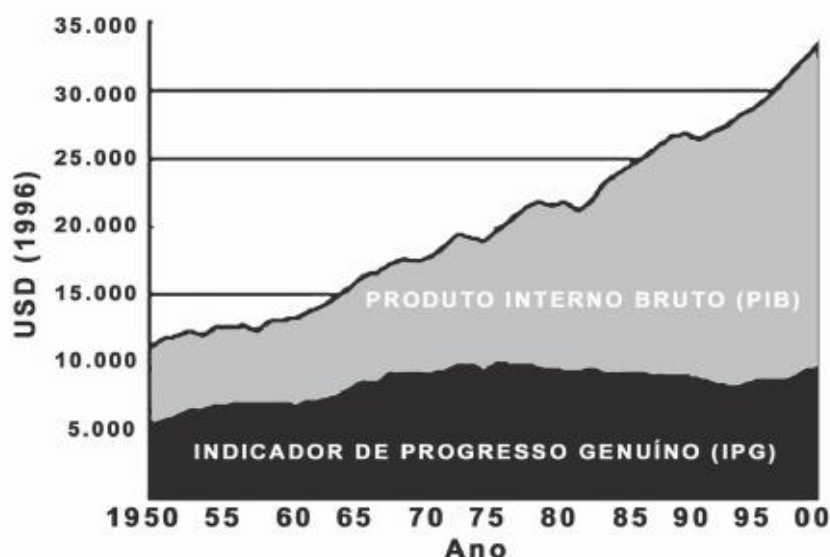


Figura 3.3: PIB vs. IPG, para os EUA entre 1950 e 2000 (Castanheira & Gouveia, 2004).

3.2. ENERGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Os benefícios da utilização da energia são evidentes. Os verdadeiros custos de energia vão para além dos custos de consumos que os contadores acusam, como se pode verificar através dos factos apresentados na secção seguinte.

3.2.1. Utilização de energia e alterações climáticas

O fenómeno designado por alterações climáticas é porventura o lado mais “negro” e muitas vezes ignorado da factura resultante de consumo de energia (NGP, 2009). As consequências das alterações climáticas, quando analisadas numa perspectiva planetária, assumem contornos preocupantes que, merecem atenção especial por parte

de todos os utilizadores da energia (IPCC, 2007; Hansen *et al.*, 2006). A figura Fig.3.4, servirá de ponto de partida para análise e reflexão sobre esta matéria.

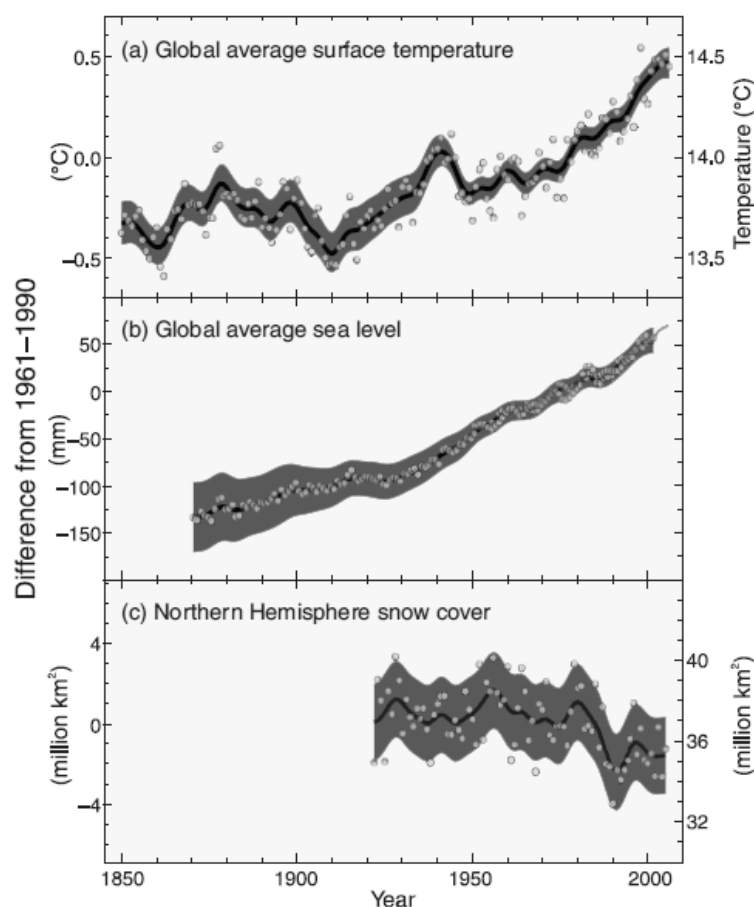


Figura 3.4: Tendência de aquecimento global, aumento de nível do mar e cobertura de neve no hemisfério norte (IPCC, 2007).

Analisando a figura anterior, observa-se que no último século, a temperatura média da superfície da Terra aumentou cerca de 0,74 °C. O nível do mar, acompanhando esta subida, aumentou cerca de 18 cm e a cobertura de neve nos glaciares do hemisfério norte reduziu-se em cerca de 2 milhões de km² (IPCC, 2007).

Apesar das divergências existente em relação ao projecto energético global no que refere aos compromissos de desenvolvimento sustentável, é reconhecido por unanimidade que o actual padrão de utilização de energia no mundo é o principal responsável pelos impactes ambientais verificados um pouco por toda a parte do Globo (IPCC, 2007).

As investigações científicas, conduzidas no sentido de apurar a veracidade das posições assumidas pelo IPCC em matéria das alterações climáticas, nomeadamente a sua causa,

não deixam margem para dúvidas que o aumento de nível de concentrações de CO₂ na atmosfera é o grande responsável pelo aquecimento do planeta (Duff et al., 2009; Schäfer et al., 2007). Como pode ser observada na Fig.3.5, nos últimos 400 mil anos, as subidas e descidas de temperaturas da superfície terrestre e nível do mar, sempre acompanhou as variações de níveis de concentrações de CO₂ na atmosfera.

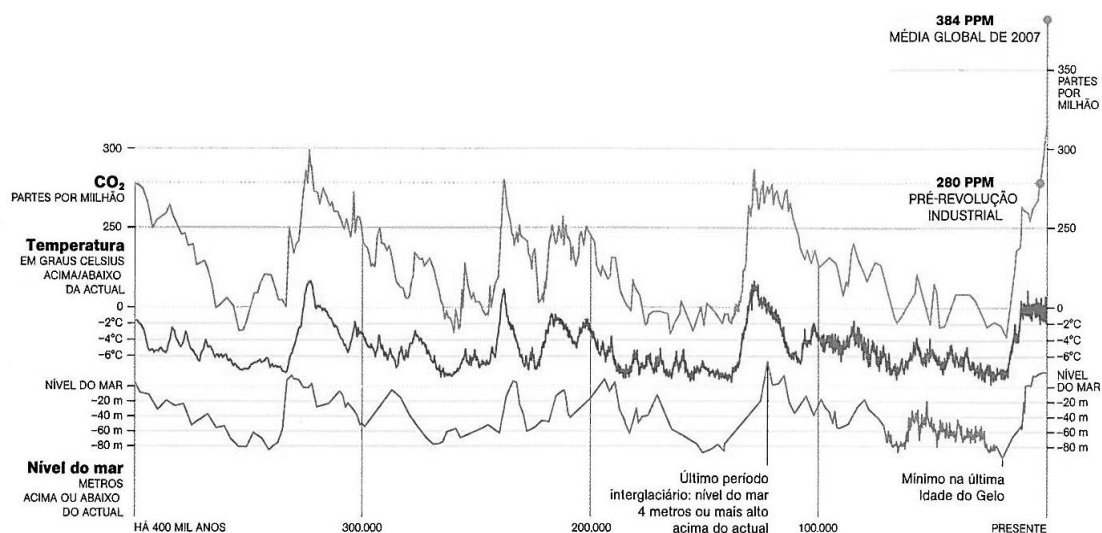


Figura 3.5: Evolução da temperatura e teor de CO₂ nas amostras de VOSTOK (amostras gelo colhidas na antártica), nível do mar nos últimos 4000 mil anos (NGP, 2009).

Segundo a fonte consultada, as informações apresentadas na figura anterior foram determinadas com base nas amostras de gelo recolhidas na Antártida. Pela análise da figura, observa-se que historicamente a elevação das temperaturas precede o aumento de níveis de concentrações de CO₂ na atmosfera, que por sua vez, provoca um efeito acelerador na elevação da temperatura e no aumento de nível do mar. No entanto, nunca os níveis de CO₂ subiram tanto e em curto período de tempo, bem antes de aumento de temperatura, como tem acontecido ultimamente.

As consequências das alterações climáticas são inúmeras. O IPCC no seu quarto relatório sobre alterações climáticas, estima que até ao ano 2100, o nível do mar deverá subir entre 18 a 58 centímetros, mas admite a possibilidade de elevação de um metro ou mais (IPCC, 2007). Uma elevação de 40 centímetros submergiria 11% da superfície do Bangladesh e desalojaria 7 a 10 milhões de habitantes, praticamente o número de população residente em Portugal (NGP, 2009).

3.2.2. Utilização de energia e emissões de CO₂

Apresenta-se na Fig.3.6 a evolução de emissões de CO₂ associadas à utilização de combustíveis registada desde 1940, as perspectivas para o futuro no que concerne às emissões e aumento de níveis de concentração de CO₂ na atmosfera, bem como o aumento da temperatura terrestre.

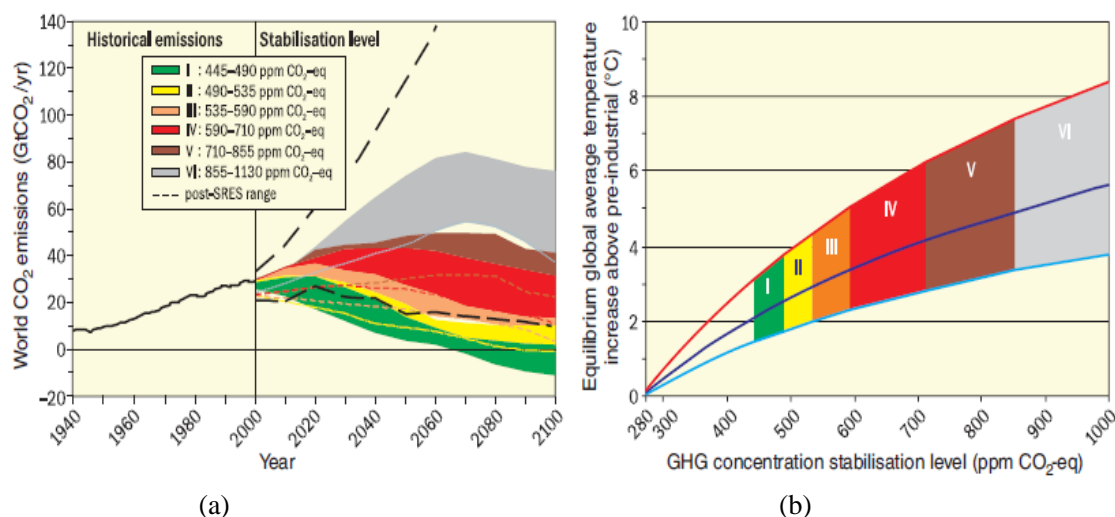


Figura 3.6: Histórico das emissões de dióxido de carbono na atmosfera associada a utilização de energia e cenários de concentração para os próximos 100 anos em função destas emissões **(a)**. Estimativa para elevação de temperatura da superfície da terra para diferentes níveis de concentração de CO₂ na atmosfera **(b)** (IPCC, 2007).

Observando a figura anterior conclui-se que, a variação de temperatura da Terra (superfície terrestre), seria nula, se a concentração de CO₂ na atmosfera não ultrapassasse 280 ppm. Ora, em 2007, a concentração deste gás na atmosfera já era superior ao valor referido em cerca de 104 ppm (NGP, 2009). A projecção para as emissões de dióxido de carbono associadas à produção de energia para no ano 2030 é de 40 mil milhões de tonelada (EIA, 2008). A registar-se este aumento, de acordo com as informações apresentadas na figura anterior, em 2030 a temperatura média da Terra deverá aumentar em cerca de 5 °C, e a concentração de dióxido de carbono situar-se-á entre 855 e 1130 ppm.

A análise dos indicadores apresentados até agora permitem chegar às conclusões seguintes:

- A tendência da evolução de emissões de dióxido de carbono para a atmosfera tem assumido a forma de uma curva exponencial;

- A temperatura média do planeta tem vindo a aumentar consideravelmente desde o início do século XX, bem como o aumento do nível do mar;
- A evolução demográfica do planeta, desde meados de século XX e pelo menos até 2050 é de um forte crescimento como pode ser observado pela Fig.3.7, o que ajuda a explicar as perspectivas para o futuro, designadamente no que diz respeito ao consumo de energia e emissões de dióxido de carbono associado.

3.2.3. Utilização de energia e crescimento populacional

Segue-se a Fig.3.7 anunciada:

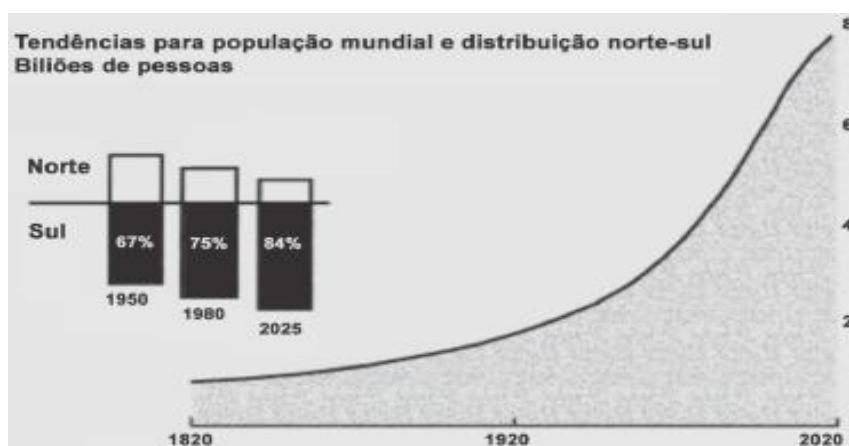


Figura 3.7: Tendência demográfica mundial e respectiva distribuição entre os hemisférios norte e sul (Castanheira & Gouveia; 2004).

Para além da projecção do crescimento populacional apresentado na Fig.3.7, conforme pode ser observada na Fig.3.8, constata-se que, os países em desenvolvimento, situados maioritariamente no hemisfério sul, onde se perspectiva maior crescimento da população, têm seguido modelos de desenvolvimento insustentável (Castanheira & Gouveia, 2004).

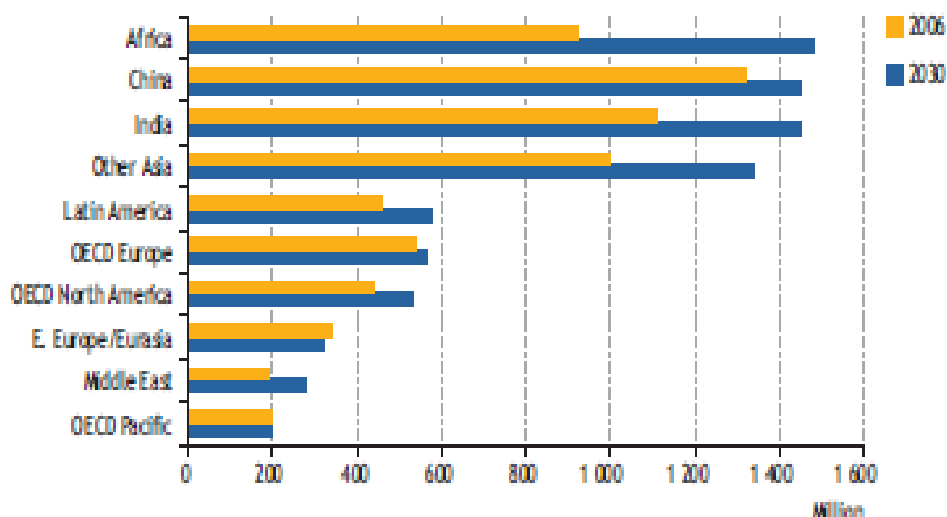


Figura 3.8: População do mundo por região (IEA, 2008).

Resumidamente, com base nas informações apresentadas até aqui, conclui-se que, a medida que o consumo de energia aumentou, o clima da Terra tornou-se mais quente, os níveis dos oceanos aumentaram e consequentemente as condições ambientais degradaram-se significativamente. Esta situação, conforme referido anteriormente vai no sentido oposto ao DS. Paralelamente a isso, a insegurança energética associadas aos choques petrolíferos tem-se acentuado cada vez mais. Estes problemas vieram lançar novos desafios no que respeita à utilização de energia a escala global.

As estratégias de actuação sobre o sector energético em geral e em particular ao nível de países, sectores e áreas de actividades, devem ter em consideração a conjuntura e o padrão do consumo energético actual, a sua evolução ao longo dos últimos anos e sobretudo as perspectivas futuras. Associada a esta análise, devem ser definidos domínios de intervenções, políticas e medidas concretas que permitam dar respostas aos desafios multidimensionais que hoje envolvem o sector energético (IAEA, 2005; Schäfer *et al.*, 2007).

A introdução e desenvolvimento do subcapítulo seguinte permitem situar e enquadrar parte da questão ora levantada, e que será complementada através de introdução doutros temas.

3.3. SITUAÇÃO ENERGÉTICA E ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÕES

Neste subcapítulo é analisada a utilização de energia numa perspectiva de política energética, dos indicadores actuais e as perspectivas para o futuro, realçando a situação

nacional. O enquadramento destes assuntos implica desde já caracterizar e analisar dois domínios apresentados a seguir:

3.3.1. Domínio estratégico e política para energia

Neste domínio interessa analisar os seguintes indicadores:

- **A taxa de dependência energética**, que é a razão entre a importação de energia primaria e consumo desta mesma forma de energia, analisado a nível de um país, quantificada em percentagem. Em Portugal como já referido, a magnitude deste indicador ronda 80 % (DGEG, 2010). As energias renováveis asseguram a produção de energia endógena, visto o carvão, o gás natural e o petróleo serem importados, ao que se soma:
 - *Ao risco do abastecimento energético*, cada vez mais preocupante, devido à entrada em cena da China e da Índia como países de desenvolvimento emergente, mas também pela redução das matérias-primas que sustentam o actual sistema energético (carvão, gás natural e petróleo);
 - *A eficiência energética*, que servirá para introduzir um outro indicador que é:
- **Intensidade energética**, razão entre a procura de energia e o PIB de um país, indicando que, quanto maior for o valor deste indicador, menor será a eficiência energética deste país e vice-versa. A situação portuguesa no que se refere este indicador nos últimos 17 anos encontra-se apresentada na figura 3.9.

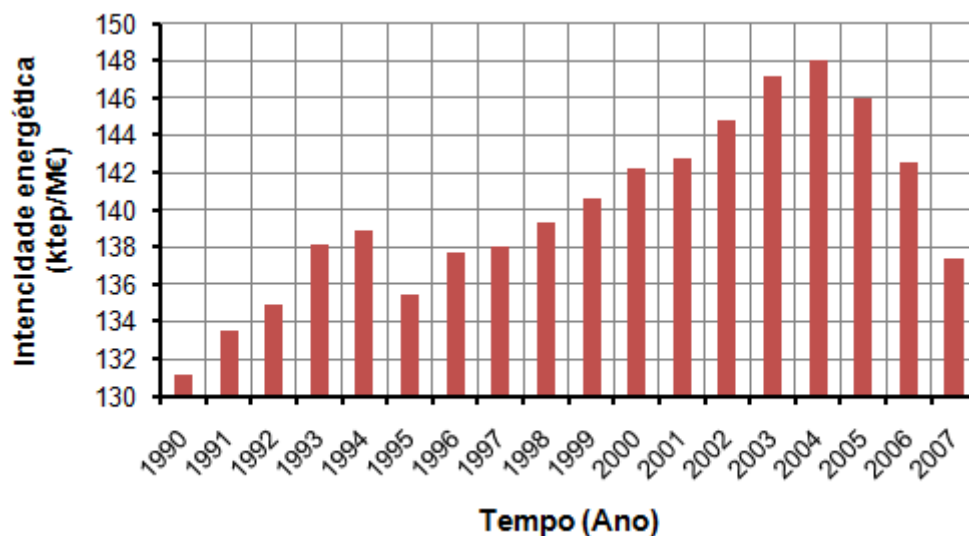


Figura 3.9: Evolução da intensidade em energia final em Portugal (DGEG, 2010).

Observando a Fig.3.9 e os indicadores referentes à evolução do consumo de energia final apresentados no capítulo 2, conclui-se que o consumo de energia final entre 1990 a 2004 aumentou, sem que a economia tivesse evoluído para justificar aquele aumento. Pelo contrário, acentuou-se a intensidade energética, o que demonstra a ineficiência energética no consumo de energia naquele período. Mais recentemente, a partir de 2004 até ao fim da série analisada, verificou-se uma maior eficiência na utilização de energia, mais ainda acima do padrão verificado em 1990.

As actuações sobre a utilização de energia, colocadas em torno dos desafios que envolvem o sector e a sua interacção com as áreas fundamentais do desenvolvimento, devem ser canalizadas sobre dois vectores essenciais, a oferta e a procura de energia. Ou seja, há um conjunto de acções e objectivos que se concretizam sob o lado da procura e outros sob o lado da oferta (Castanheira & Gouveia, 2004).

Com o acto de construir uma central de produção de energia a partir de fonte renovável em vez de, uma convencional, o promotor desta acção, está a actuar sob a oferta. Este tipo de acção permite garantir a gestão do abastecimento em função dos objectivos e metas delineados. Por outro lado, quando o governo lança o programa de incentivo à produção de energia renováveis nos edifícios, nomeadamente o programa de incentivo para AQS solar em 2009, o governo está a actuar sob ponto de vista da procura.

3.3.2. Domínio temporal, mudança do paradigma

Entendido os conceitos apresentados e suportados com exemplos, interessa realçar que, as actuações sob o lado da procura ou da oferta, devem ser efectuadas com base nos indicadores existentes e perspectivas para o futuro. Nesse sentido, apresenta-se nas Fig.3.10 a 3.13, a evolução do consumo de energia verificado nos últimos anos e as perspectivas para o futuro até ao ano 2030.

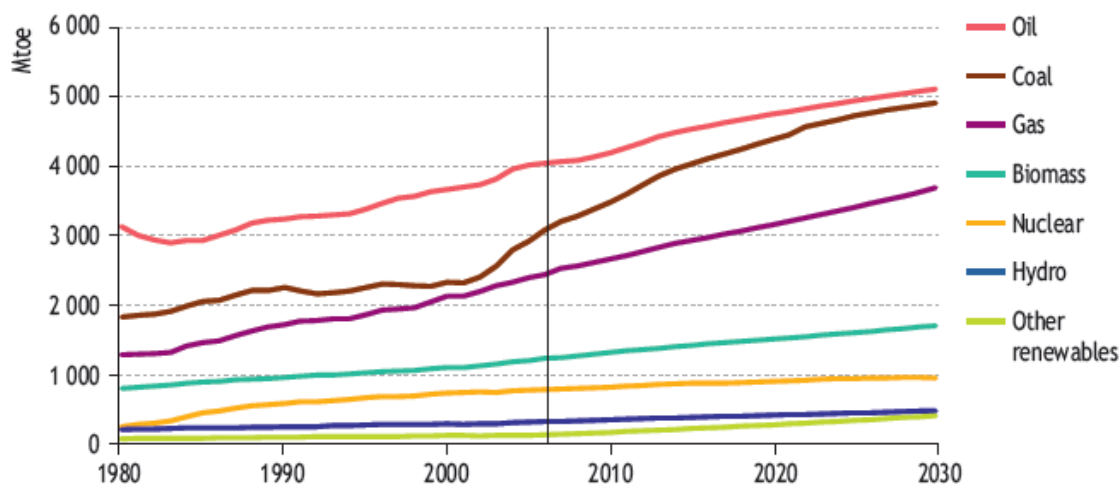


Figura 3.10: Projecção para o consumo mundial de energia, por fonte energético (IEA, 2008).

Da análise da figura anterior conclui-se que:

- Pelo menos até o ano 2030, a tendência é de crescimento de consumo de energia, envolvendo todas as fontes de energia;
- As energias fósseis continuaram a dominar o abastecimento mundial de energia;
- O carvão a par do gás natural e das energias renováveis, liderado pela biomassa, são as fontes energéticas que vão sofrer maior crescimento no abastecimento mundial de energia;
- O petróleo continuará a liderar o abastecimento mundial de energia e, a par da energia nuclear, será a fonte de abastecimento que menos cresce nos próximos tempos.

Estas conclusões permitem desde logo antecipar um conjunto de medidas e iniciativas que permitem a curto e médio prazo, responder com sucesso às novas tendências de

consumo de energia. Paralelamente, há também outros indicadores imprescindíveis que devem ser tidos em conta.

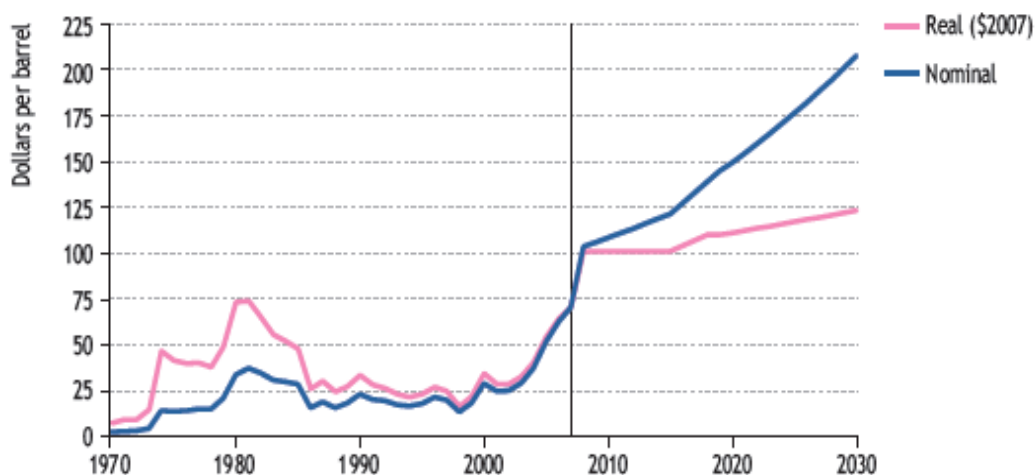


Figura 3.11: Projectão do preço da importação do petróleo no mundo (IEA, 2008).

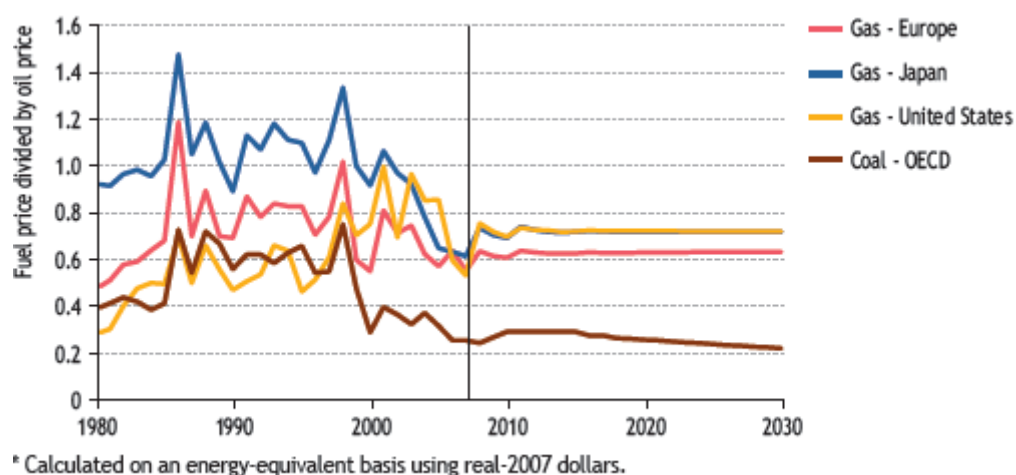


Figura 3.12: Projectão do preço do gás natural relativamente ao petróleo (IEA, 2008).

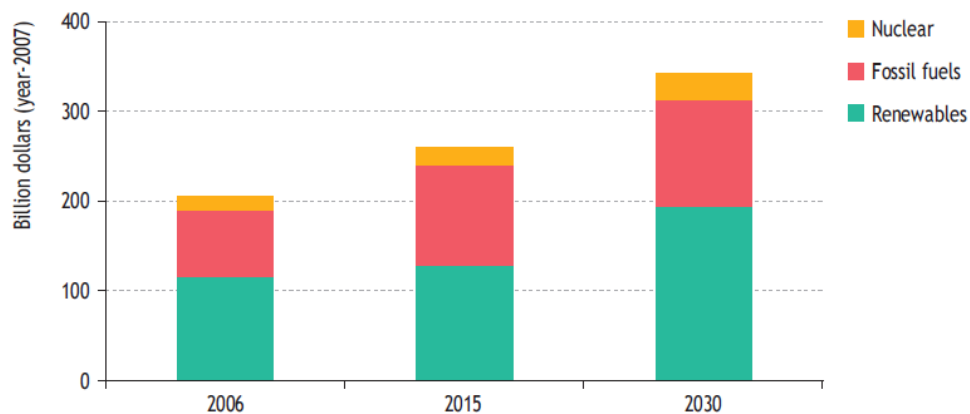


Figura 3.13: Projectão de investimento em produção de energia no mundo (IEA, 2008).

As análises das Fig.3.11 a 3.13 permitem concluir que:

- Os preços das energias convencionais, gás natural e petróleo, e consequentemente, do carvão assumem um crescimento exponencial nos próximos anos;
- Haverá uma forte aposta em energias renováveis, representando cerca de 60 % de investimentos em novas potências em todo mundo no ano 2006, ao que se soma a acentuada crescimento a partir do ano 2015.

Cruzando as informações apresentadas nestas últimas figuras com os factos apresentados relativamente aos impactes associados à utilização de energia no mundo, parece evidente que, as FER são escolha inevitável quando se deseja satisfazer a demanda crescente de energia, melhorar a estrutura energética, diminuir a poluição ambiental e promover o desenvolvimento sustentável (Demirbas, 2005; IEA, 2009; Lund, 2010). Contudo, a penetração das tecnologias renováveis no mercado não tem tido correspondência ao nível dos benefícios que lhes são atribuídos, devido ao alto custo inicial quando comparado à tecnologia convencional (Mulder, 2008; Schäfer *et al.*, 2007). Ultrapassar este constrangimento é um imperativo que se coloca nos dias de hoje, e é nesse sentido que se apresenta no próximo subcapítulo as medidas desencadeadas a esse nível.

3.4. INCENTIVOS À UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Reconhecida a importância da penetração das energias renováveis no *mix* energético mundial, governos de vários países, mas sobretudo dos países desenvolvidos, têm apostado no desenvolvimento das FER em alternativa às energias fósseis (Domac, & Šegon, 2003; Frondel *et al.*, 2010). Como as condições do mercado não suportam tal desenvolvimento, políticas públicas, mais concretamente as abordagens económicas através dos impostos, subsídios entre outros, vêm sendo gradualmente aplicados, perspectivando por estas vias, debelar este obstáculo (Enzensberger *et al.*, 2002; Mulder, 2008; Lloyd & Roulleau, 2008).

Durante a última década, o debate político e académico sobre as políticas públicas de incentivos à utilização de energias renováveis tem sido muito focado na escolha de

instrumentos como *feed-in-tariffs* (FITs) versus quotas do mercado (Duff *et al.*, 2009; IAEA, 2008;).

As **Feed-in-tariffs** assentam no pagamento de um preço fixo aos operadores energéticos por cada unidade de energia produzida. O preço adicional ou bonificado estabelecido pelos FITs é geralmente financiado pelos contribuintes. Na Alemanha, as metas definidas para produção de energia eléctrica a partir do vento, são apoiadas por este tipo de instrumento (Duff *et al.*, 2009; Schäfer *et al.*, 2007).

As quotas do mercado envolvem contratos para construir e operar um projecto específico, ou uma quantidade fixa de capacidade renovável. Ou seja, geralmente o estado promove concursos, determinando as condições e a quantidade de energia renovável pretendida e os investidores candidatam-se, apresentando as suas propostas (Schäfer *et al.*, 2007). Este tipo de instrumento tem sido utilizado para promover a energia eólica em Portugal, França, Reino Unido, Dinamarca e China.

Analisando os dois instrumentos sucintamente caracterizados à luz das actuações sobre energia, verifica-se que ambos recaem sobre o lado da oferta. Neste trabalho, tendo em conta o objectivo proposto, interessa analisar os incentivos na perspectiva de procura, destacando o Sistemas de Incentivos Financeiros (SIF) aplicados aos sistemas que utilizam FER para produção de AQS e/ou aquecimento em alojamentos, a partir de agora designado por FER-H.

Segundo Key Issues for Renewable Heat in Europe (K4RES-H)⁵, os SIF compreendem qualquer política pública que dá uma vantagem financeira para quem instalar um sistema que utiliza energia renovável ao invés de energia convencional (EREC, 2007). As campanhas de sensibilização financiadas pelo dinheiro público, os programas de formação e capacitação de quadros técnicos para lidar com tecnologias, entres outros aspectos, por não oferecerem nenhuma vantagem financeira aos usuários, não são enquadrados nos SIF (EREC, 2007). Contudo, são reconhecidos como instrumentos importantes e quando bem aplicados, acrescentam valores aos SIF.

⁵ K4RES-H é um projecto desenvolvido entre Janeiro de 2005 até ao final de Junho de 2007. O objecto do estudo apresentado no referido projecto foi a análise das políticas públicas de apoio ao aquecimento e arrefecimento renováveis (FER-H), suportada por uma série de questões fundamentais associadas às diferentes tecnologias, nomeadamente: solar térmica, biomassa e geotérmica.

O K4RES-H define cinco tipos de SIF aplicados para promover a utilização dos FER-H apresentados a seguir (EREC, 2007):

- Subvenções directas para FER-H
- Reduções fiscais (impostos directos)
- Reduções fiscais (impostos indirectos)
- Empréstimos a taxas privilegiadas
- Incentivos ligados aos subsídios de habitação

Para além destes tipos de incentivos, neste trabalho são considerados ainda os **regimes de certificados negociáveis**, que podem ser equiparados aos certificados verdes e/ou aos certificados brancos, aplicados aos FER-H (ESTIF, 2006).

Segue-se a caracterização dos incentivos referidos:

3.4.1. Subvenções directas para FER-H

Subvenção directa é um apoio ao investimento promovido por uma entidade pública a quem quer instalar um FER-H, reduzindo assim o custo de investimento imediato na aquisição das tecnologias (Chandrasekar & Kandpal, 2004). Este é o tipo de incentivo mais utilizado na Europa até agora (Lloyd & Roulleau, 2007). O incentivo é muito tangível. Pela positiva destaca-se o efeito psicológico positivo sobre os investidores, em especial sobre as famílias, que recebem uma parte de capital pública para aquisição de tecnologia (EREC, 2007).

A subvenção directa pode ser concedida a qualquer tipo de usuário, incluindo aqueles que estão impedidos de usufruir dos benefícios associados a reduções fiscais ou empréstimos privilegiados (Lloyd & Roulleau, 2007). Porém este tipo de incentivo tem algumas fragilidades. Os custos administrativos são muito elevados quando comparados com outros incentivos e são normalmente mais expostos a interrupções ou reduções, devido à falta de fundos disponíveis para cobrir o subsídio (EREC, 2007; ESTIF, 2007).

3.4.2. Reduções fiscais (impostos directos)

A redução de impostos sobre o rendimento é uma outra via para incentivar a utilização dos FER-H (Chandrasekar & Kandpal, 2004; Hack, 2006). Em termos monetários, este incentivo pode ter uma dimensão comparada à subvenção directa. No entanto, o seu

impacto pode ser menor, porque o princípio de aplicação é completamente diferente (EREC; ESTIF, 2007). Estes incentivos tendem a ser menos expostos à instabilidade relacionada com a disponibilidade do orçamento público. O incentivo permanece disponível pelo menos durante um ano fiscal, com a vantagem de ser renegociado anualmente em função dos resultados alcançados (ESTIF, 2007).

No que se refere aos custos administrativos, este incentivo leva vantagem quando comparado com a subvenção directa, porque a sua operação não requer estrutura própria (ESTIF, 2007). Contudo, uma redução de imposto sobre rendimento não é imediata, dependendo da declaração do rendimento e do imposto devolvido (demora 1 a 2 anos), o que significa que o consumidor tem que financiar todo o investimento inicial, podendo ser menos valorizado do que a subvenção directa (EREC, 2007). Outra grande limitação associada a este tipo de incentivo tem a ver com a exclusão de todos os indivíduos que, por qualquer motivo, não pagam esse imposto. Além disso, tal sistema é socialmente desigual, uma vez que se privilegia famílias com rendimento elevado em detrimento dos de baixo rendimento (ESTIF, 2006).

3.4.3. Reduções fiscais (impostos indirectos)

A redução ou abolição do IVA⁶ sobre os FER-H e serviços necessários para instalar e manter estes sistemas, a par da tributação sobre o consumo de energia associada (por exemplo taxa ambiental ou de CO₂/emissões sobre os combustíveis), designados por reduções fiscais (impostos indirectos), podem ser extremamente eficazes no quadro das políticas de incentivos para os particulares (EREC, 2007; IEA, 2007; reFOCUS, 2007).

A aplicação destas medidas é muito simples, evita custos administrativos e permite reduzir imediatamente os custos globais do investimento, evitando itens como por exemplo a declaração de rendimentos entre outros processos.

3.4.4. Empréstimos a taxa privilegiadas

O investimento associado ao FER-H pode ser apoiado por empréstimos oferecidos a uma taxa de juro especial (Chandrasekar & Kandpal, 2004; Lloyd & Roulleau, 2007). Contudo, tendo em conta a magnitude do investimento, muitas vezes no intervalo de 1.000-5.000 euros para usuários particulares, estes empréstimos por si só não parecem ser muito

⁶ IVA é o imposto indirecto sobre a comercialização de bens e serviços, designado por: Imposto Sobre o Valor Acrescentado.

atraente para muitos consumidores (ESTIF, 2006). No entanto, podem ser complementos interessantes para outras medidas de apoio.

Uma outra questão importante a considerar neste âmbito tem a ver com o financiamento do sector privado. A oferta de crédito para investimentos em pequenos sistemas, provavelmente devido à pequena dimensão do mercado, ainda não justifica a criação de procedimentos padronizados para o crédito (ESTIF, 2006). Como muitas vezes os custos dos sistemas situam-se abaixo dos limiares mínimos de elegibilidade para o crédito, os sistemas financeiros (bancos) deixam estes sistemas de lado no que se refere à criação de padrões de créditos para a sua aquisição (ESTIF, 2007).

Nas condições actuais, estes empréstimos podem ser muito úteis se forem direccionados para sistemas de médias dimensões comprados por grandes usuários (centros e acolhimento, pequenas empresas, entre outros). Nestes casos, o volume de investimento é maior e assim o recurso a este tipo de incentivo pode ser importante para atenuar os custos (ESTIF, 2007).

3.4.5. Incentivos ligados aos subsídios de habitação

Em alguns países ou regiões há incentivos para construção de novos edifícios residenciais, que passam por conceder subsídios suplementares para construção de edifícios que cumprem determinados critérios associados à utilização das FER-H (Auinger *et al.*, 2010; EREC, 2007). Na Áustria, mais concretamente na Região de Salzburgo, este tipo de incentivo é aplicado e tem tido excelentes resultados (EREC, 2007). Outra forma de incentivo à utilização das FER-H, aplicada em alguns municípios em Itália, passa pela abolição/excepção associada às regras de ampliação do volume de construção (EREC, 2007). Ou seja, em zonas onde os requisitos de construção estão previamente definidos, a utilização dos FER-H abre excepção que pode beneficiar os proprietários e/ou utilizadores dos imóveis.

3.4.6. Regimes de certificados negociáveis

Num Regime de Certificados Negociáveis (RCN), quem investir em FER-H pode obter certificado que representa a energia economizada pelo sistema. Os certificados são convertidos em unidade de energia e podem ser vendidos em mercado de certificados, normalmente em resposta a procura (por exemplo, fornecedores de energia) para cobrir uma parte da sua comercialização de energia (ESTIF, 2006; Michaelowa & Purohit, 2008).

Estes regimes não têm que ser necessariamente desenvolvidas especificamente para estas aplicações, mas sim adaptadas as circunstâncias e características específicas dos FER-H. Normalmente, a quantidade de certificados emitidos por instalação de FER-H é fixada antecipadamente e com base em parâmetros conhecidos do sistema, o que evita constrangimentos associados a medições (ESTIF, 2006; Purohit & Michaelowa, 2008).

Na Austrália, os sistemas solares térmicos recebem certificados antecipados equivalentes a 10 anos de operação. Na Itália, o regime de "Certificados Brancos" ainda não está maduro o suficiente. No entanto ambos os casos ilustram a dinâmica destes incentivos no âmbito das SIF para FER-H (ESTIF, 2006).

3.5. APLICAÇÕES DOS SIF AOS FER-H

Os diferentes tipos de incentivos caracterizados no subcapítulo anterior têm sido implementados em diferentes países, com resultados muito diversificados em termos de penetração das FER-H nos respectivos mercados (Lauber, 2004; Lipp, 2007; Frondel *et al.*, 2010). Os SIF para FER-H, para além de serem abordagens novas sobre o mercado são muito diversificados (ESTIF, 2006; Lloyd & Roulleau, 2007). Estes factos vaticinam alguma insegurança e controvérsia em relação à aplicação desses incentivos, surgindo ultimamente muitos estudos que incidem sobre esta questão, nomeadamente sobre a performance das políticas e SIF utilizados para promover a utilização de FER-H (aquecimento renovável) no sector residencial (Chandrasekar & Kandpal, 2004; ESTIF, 2007; Michaelowa & Purohit, 2008).

A aplicação dos SIF às tecnologias solares térmicas para aquecimento de águas no sector doméstico tem-se acentuado ultimamente (ESTIF, 2007). A biomassa enquanto fonte de energia amplamente utilizada para fins de aquecimento em alojamentos não tem despertado grandes interesses a esse nível (reFOCUS, 2007). Contudo, existem mercados francamente em crescimento, cujos SIF têm desempenhado um papel preponderante na penetração dessa forma de energia (Auinger *et al.*, 2010).

Com objectivo de caracterizar em termos concretos os incentivos desencadeados para promover a utilização das FER-H em alojamentos, apresenta-se a seguir os principais SIF aplicados para promover a energia solar térmica e bioenergia (caldeira a biomassa), respectivamente.

3.5.1. Energia solar térmica

Os SIF têm desempenhado um papel importante no desenvolvimento dos principais mercados solares térmicos no mundo (ESTIF, 2007; Chandrasekar & Kandpal, 2004). Na Europa, durante muitos anos, mais de 70 % de investimento em tecnologia solar térmica foi concentrado em três países: Alemanha, Áustria, Grécia (ESTIF, 2007). Recentemente, França e Portugal têm vindo a recorrer às políticas de incentivos para catalisar a penetração destas tecnologias nos respectivos mercados (ESTIF, 2006; EP, 2009). Fora de Europa destaca-se a Índia, País com forte tradição nesta matéria cujo historial data 1980 (Chandrasekar & Kandpal, 2004; Michaelowa & Purohit, 2008).

3.5.1.1. Índia

Na década de 1980, com objectivo de promover a água quente solar, o Governo Indiano lançou um conjunto de incentivos financeiros (os subsídios directo, empréstimos a taxas privilegiadas e reduções fiscais (imposto directos), destinados aos consumidores finais (Chandrasekar & Kandpal, 2004; MNRE, 2009). Estes incentivos consubstanciaram-se na instalação de cerca de 1,66 milhões de m² de painéis solares térmicos instalados até ao ano de 2007, ficando assim muito abaixo dos níveis esperados, contribuindo o alto custo inicial da tecnologia como grande obstáculo à implementação do programa (Michaelowa & Purohit, 2008; MNRE, 2009).

De acordo com Michaelowa & Purohit (2008) o investimento em tecnologias solares para produção de água quente na Índia ronda 5 a 15 € por Reduções Certificadas de Emissões (RCE)⁷. Segundo esse mesmo estudo, incentivo na ordem de 3,5 €/RCE poderia ser suficiente para viabilizar os objectivos associados à utilização de energia solar naquele país, (redução de cerca de 26,7 milhões de RCE por ano).

Dos incentivos promovidos na Índia destaca-se o regime de empréstimo bonificado disponível através de todos os bancos que compõem a *Union Bank of Índia*. Os bancos fornecem 85 % do custo do projecto como empréstimos bonificados reembolsáveis em 5 anos, com bonificação de juros de 5% para os utilizadores finais domésticos, e 7% para aplicações comerciais (Michaelowa & Purohit, 2008; MNRE, 2009)

⁷ RCE é um instrumento económico contemplado no âmbito do protocolo de Quioto. Utilizando o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), os países desenvolvidos podem estimular a redução de GEE em países em desenvolvimento, gerando deste modo RCE que na prática corresponde uma permissão para emitir mais GEE ao invés de pagarem a multa associada ao excesso de emissão.

3.5.1.2. Alemanha

Na Alemanha, a subvenção directa através do Market Stimulation Programme (MSP) tem sido o instrumento destacado para promover a utilização de AQS solar (ESTIF, 2007; Hack, 2006).

Não obstante o apoio contínuo, como pode ser observado na Tabela 3.1, desde o início (1999) até 2007, a subvenção Alemã associada à tecnologia solar térmica tem sofrido reajustes/flutuações anuais bastante acentuados (ESTIF, 2007; IEA, 2007). Os incentivos desencadeados no âmbito do MSP cobrem cerca de 15% dos custos de investimento. Os rendimentos, capacidades anuais de produção de energia assinalados na tabela têm como referência 40 % da fracção solar da cidade de Würzburg. Mais de 90 % dos sistemas solares térmicos instalados na Alemanha receberam incentivos através do MSP (ESTIF, 2006; Hack, 2006).

Tabela 3.1: Atribuição de incentivo para no âmbito de MSP para solar térmico entre 1999-2007.

Implementação	Subvenção (€/m ²)		Observações
	AQS	AQS e Aquecimento	
01-09-1999	Sistema plano: 128 €/m ² Colector a vácuo: 167 €/m ²		Rendimento mínimo: 350 kWh/(m ² .Ano) Extensão de capacidade 50 €/m ²
25-07-2001	87 €/m ²		Rendimento mínimo: 350 kWh/(m ² .Ano)
23-03-2002	92 €/m ²		
01-02-2003	125 €/m ²		
01-01-2004	110 €/m ²		Rendimento mínimo: 525 kWh/(m ² .Ano) Extensão de Capacidade 60 €/m ²
01-07-2005	105 €/m ²	135 €/m ²	
21-03-2006	84 €/m ²	108 €/m ²	
21-06-2006	54,60 €/m ²	70,20 €/m ²	Rendimento mínimo: 525 kWh/(m ² .Ano) 48 €/m ²
12-01-2007	40 €/m ² Mínimo 275 €	70 €/m ² (<20 m ²) 210 €/m ² (20- 40 m ²)	Rendimento mínimo: 525 kWh/(m ² .Ano) Extensão de capacidade 30 €/m ²

(ESTIF, 2007; IEA, 2007)

3.5.1.3. Áustria

Na Áustria, a região Alta Áustria tem recorrido à subvenção directa nos últimos 30 anos para consolidar o uso de energia solar térmica (ESTIF, 2007; Lloyd & Rousseau, 2008). Nesta região, os subsídios foram direccionados para casas novas, bem como para o mercado de reabilitação das casas, com aumento gradual dos subsídios (Lloyd & Roulleau, 2008)

O referido subsídio também é concedido para alargamento e substituição dos sistemas de energia solar existentes, e cobre cerca de 20 a 30 % dos custos de investimento total, dependente do tamanho do sistema (ESTIF, 2007). No caso de investimento inicial, a subvenção cobre cerca de 50 % dos custos de investimento total (sem IVA) (ESTIF, 2006). Em 2007, o subsídio básico foi de 1.100 €, mais 75 €/m² (colector padrão) ou 110 €/m² (colector de vácuo), e vai até aos 3.000 € por sistema (Lloyd & Roulleau, 2008).

3.5.1.4. Grécia

A Grécia tem utilizado reduções fiscais (impostos directos) e deduções fiscais sobre os rendimentos das famílias, para incentivar a utilização de água quente solar (Lloyd & Roulleau, 2008). Entre 1970 a 1991, estes incentivos permitiam reduzir os custos de investimento até ao máximo de 40 %. Em 1991, o programa foi interrompido e em 1995 um novo programa veio dar seguimento ao incentivo, permitindo às famílias extraírem 75 % dos custos dos seus rendimentos tributáveis e, assim, reduzir até 30 % o custo total do sistema (Hack, 2006). Em 2002, foram abolidos os incentivos e deste então o mercado tem se desenvolvido normalmente (Lloyd & Roulleau, 2008).

3.5.1.5. França

Em 1999 a França lançou o "Plano de Soleil", um conjunto abrangente de medidas para estimular o mercado solar térmico (ESTIF, 2007). No início, o programa alicerçava-se sobre subvenções directas e até 2002 a promoção ao nível familiar foi fornecido com uma taxa fixa, que atingiu 900 € por sistema. Entre 2003 a 2004 a promoção teve como referência a área do colector instalado, apresentando as subvenções seguintes: Sistemas de área até 3 m², 690 €, entre 3 e 5 m², 920 € e entre 5 e 7 m², 1150 €. Paralelamente a estes incentivos, a utilização de AQS solar foi estimulada por impostos indirectos, consubstanciado pela redução do IVA de 19,6 % para 5,5 % (Hack, 2006).

Os incentivos aplicados até 2004 permitiam uma cobertura de 30 % dos investimentos associados à aquisição das tecnologias (ESTIF, 2007). A partir de 2005, a subvenção directa foi substituída por reduções fiscais (impostos directos) (Lloyd & Roulleau, 2008; ESTIF, 2006). Em 2005, foi possível extrair 40 % dos custos do sistema (excluindo os custos de instalação) através da tributação sobre os rendimentos, com excelentes resultados (O mercado duplicou em comparação ao ano anterior). Desde 2006, a capacidade dedutiva foi aumentado, permitindo financiar até 50 % dos custos de aquisição (ESTIF, 2006; Hack, 2006).

3.5.1.6. Portugal

Portugal tem apostado em diversos instrumentos de incentivos para fomentar a penetração de tecnologia solar térmica no mercado. Seguidamente serão apresentados estes instrumentos, realçando-se a subvenção directa introduzida em 2009.

- ***Subvenção directa***

Em Fevereiro de 2009, o governo português, por intermédio do Ministro das Finanças e do Ministro da Economia e Inovação, assinou um protocolo com instituições bancárias, o qual estabelecia condições que permitiriam aos particulares beneficiar da aquisição, instalação, manutenção e garantia de equipamentos de energia solar térmica em edifícios habitacionais, através da criação de linhas de crédito disponibilizadas pelas instituições de crédito (EP, 2009).

O protocolo referido, designado por **MST-2009**, desencadeado no âmbito do programa “Iniciativa para o Investimento e o Emprego”, visava disponibilizar aos consumidores, até 31 de Dezembro de 2009, oferta de uma solução *chave na mão*, englobando a aquisição, instalação, manutenção e garantia dos equipamentos, incorporando um desconto superior a 50 % face ao preço de venda ao público praticado no mercado, correspondente à comparticipação pública da medida (AS, 2011a).

O montante correspondente à comparticipação pública concedida pelo Governo no âmbito da MST-2009 foi de 95 milhões de euros⁸ (EP, 2009). Os dados de partida tendo em vista a viabilidade desta medida, estabeleceram que em termos nacionais, o investimento global (público e privado) rondaria os 225 milhões de euros durante o ano 2009, abrangendo a instalação de equipamentos solares térmicos em mais de 65 mil habitações e envolvendo um total de 2.500 postos de trabalho. Estimou-se ainda que esta medida permitia apoiar a instalação de 250.000 a 300.000 m² de painéis solares térmicos em Portugal, quadruplicado assim a média anual instalada durante os anos de 2007 e 2008, garantindo simultaneamente o cumprimento de 25 % da meta prevista no PNAEE estabelecida para 2015 (Madeira, 2010).

⁸ Em Agosto de 2009, estendeu-se a MST-2009 às instituições particulares de solidariedade social (IPSS), entidades equiparadas e clubes e associações desportivas de utilidade pública, que pretendam colocar equipamentos solares térmicos nas suas instalações, para produção de energia destinada a consumo próprio e dos respectivos utentes.

Relativamente ao sector residencial, segundo as perspectivas iniciais, o consumidor contemplado com esta medida, beneficiaria de uma subvenção directa de 1.641,70 euros por instalação (EP, 2009). Perspectivava-se que a instalação destes equipamentos permitiria uma redução mensal da factura energética em mais de 20 % nos alojamentos (AS, 2011a).

- ***Reduções fiscais (impostos directos)***

Os utilizadores abrangidos por esta medida, beneficiam de incentivo fiscal, imposto sobre o rendimento das pessoas singulares (IRS), correspondente a uma dedução à colecta de 30 % do encargo líquido, com o limite de 796 euros (AS, 2011a). Os clientes com facturas emitidas em 2010, poderão usufruir destes benefícios. São dedutíveis à colecta, desde que não susceptíveis de serem considerados custos na categoria B, 30% das importâncias despendidas com a aquisição de equipamentos solares novos, com o limite máximo de 803€ (AS, 2011a; Madeira, 2010).

O incentivo associado à redução fiscal (imposto directo) foi alargado para o ano 2010. O Orçamento do Estado para 2010, editou o artigo 85º-A do Decreto-Lei nº 442-A/88, de 30 de Novembro (código do imposto sobre o rendimento das pessoas singulares (IRS)), posteriormente regulado pela Portaria n.º 303/2010 de 8 de Junho, permitindo dedução à colecta de 30 %, até um máximo de 803 euros, das importâncias despendidas na aquisição de equipamentos novos para utilização de energia renovável com potência até 100 kW, no qual se incluem sistemas solares térmicos (EP, 2010b).

- ***Reduções fiscais (impostos indirectos)***

As reduções fiscais sobre forma de imposto indirecto, foi outro instrumento SIF utilizado pelo Governo Português para estimular o mercado solar térmico. No Código de Imposto sobre Valor Acrescentado (CIVA) aprovado em 2008, os equipamentos solares destinados ao aproveitamento energético encontram-se enquadrados na Lista II (Bens e serviços sujeito a taxa intermédia). De acordo com o CIVA, a taxa de IVA para equipamentos referidos é de 12 %. (EP, 2008). No entanto, no âmbito da MST-2009 a taxa aplicada foi de 13 % (AS, 2011a).

- ***Empréstimos a taxas privilegiada***

Empréstimos a taxas privilegiadas foram também desencadeados no âmbito da MST-2009, possibilitando acesso ao crédito por um prazo que pode ir até aos sete anos, com

uma taxa de juro correspondente à Euribor acrescida de 1,5 % ou uma taxa fixa a acordar entre a instituição de crédito e o cliente. Este tipo de incentivo contempla ainda utilizadores não abrangido pela medida referida (EP, 2009).

3.5.2. Bioenergia (Caldeiras a biomassa)

À semelhança do que foi apresentado na secção anterior, o objectivo desta secção era o de estabelecer um quadro comparativo dos regimes jurídicos dos incentivos concedidos à biomassa para aquecimento em alojamentos no ordenamento nacional e estrangeiro, sobretudo dos países da UE. Mau grado, as diligências efectuadas junto de algumas embaixadas, a consulta de inúmeros *sites* e de vasta bibliografia, não foi possível aceder aos dados que permitam sistematizar aquele quadro. Optou-se, pois, por restringir o âmbito do trabalho ao regime jurídico nacional dos incentivos e a análise dos incentivos aplicados na Áustria (Alta Áustria), apresentados nas próximas subsecções.

A biomassa tem como mercado mais importante a produção do calor. Em 2003, 96 % do calor renovável na EU-25 foi suportada por biomassa (AEBIOM, 2010; Balat *et al.*, 2009; reFOCUS, 2007, ASEAN). Em 2008, a partição da utilização da biomassa sob forma de energia final, apresentava a seguinte distribuição: calor (76%) seguido de biocombustíveis avançados (13 %) e electricidade (11 %) (AEBIOM, 2010).

Cerca de 40 % de energia final na Europa é consumida nos edifícios, destes cerca de 50 % é utilizada para produção de calor onde a demanda é suportada em cerca de 90 % por combustíveis fósseis e electricidade (AEBIOM, 2010; IEA, 2010).

As tecnologias da biomassa disponíveis para aquecimento podem oferecer boas oportunidades e desempenho ecológico no sector doméstico (conversão em energia final ronda 90 %) (AEBIOM, 2010; Domac & Šegon, 2003). Contudo, o interesse recente do público tem orientado à utilização desta fonte de energia para combustíveis líquidos e electricidade (conversão em energia final entre 25-20 %) ao invés do calor (AEBIOM, 2010; reFOCUS, 2007).

A falta de capital e longo período de retorno associadas às tecnologias de aquecimento a biomassa somadas a nova tendência para utilização da biomassa apresentada no parágrafo anterior colocam uma grande barreira à utilização deste recurso para fins de aquecimento e produção de AQS (AEBIOM, 2010, reFOCUS; 2007).

Apenas alguns países europeus têm políticas nacionais que incentivam a utilização da biomassa para o calor. Estes incluem Dinamarca, Suécia e Áustria, e, mais recentemente, Alemanha e França (reFOCUS, 2007). Há uma necessidade de pelo menos 10 mil milhões de euros anualmente para co-financiar programas nacionais tendo em vista uma rápida reestruturação ao nível de aquecimento renovável nos alojamentos⁹ (AEBIOM, 2010).

A Suécia promove a utilização de biomassa para a produção de calor através de sua política fiscal. Desde a década de 1980 o imposto sobre o gasóleo de aquecimento tem sido aplicado a uma taxa superior a 0,20 €/l (reFOCUS, 2007; IEA, 2007). Esta política fez muitas empresas de aquecimento mudar de combustíveis fósseis para biomassa e permitiu aumentar drasticamente a participação da biomassa no aquecimento residencial em poucos anos (reFOCUS, 2007).

A Áustria escolheu um caminho diferente. O imposto sobre combustíveis fósseis é baixo, mas ao longo dos anos emergiu um generoso programa de apoio financeiro para promover a biomassa e solar térmico para aquecimento (Auinger *et al.*, 2010; ESTIF, 2007). Em 2006 os governos regionais forneciam cerca de 80 milhões de euros (10€/hab) para investimentos em biomassa e sistemas de aquecimento urbano. Este programa de apoio levou a um rápido crescimento do aquecimento a biomassa (reFOCUS, 2007).

3.5.2.1. Áustria

Os avanços tecnológicos têm elevados os níveis de utilização da biomassa florestal em pequenas escalas no aquecimento residencial (Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2007; reFOCUS, 2007). A Áustria é um dos países líder no que se refere à utilização da biomassa para fins de aquecimento naquele sector. Inicialmente, a utilização desta forma de energia no mercado austríaco foi impulsionada pelos agricultores e proprietários de florestas que procuravam fontes de receita extra e mercado para resíduos florestais, uma vez que apenas 50 % do material recolhido das árvores podia ser vendido para serrarias e outros usuários, sobrando uma parte substancial de recursos que ainda podiam ser usados (Auinger *et al.*, 2010).

⁹ Segundo ReFOCUS (2007), aumentar a quota do aquecimento renováveis para 26% até 2020 com base em projectos acabados, o custo de capital necessário será equivalente a 580 bilhões de euros. Este custo corresponde 41 bilhões por ano, onde os programas de apoio financeiro devem rondar 8 bilhões por ano.

Recentemente, os sistemas que utilizam biomassa florestal na forma de *pellet* (*Pellet-fired*) e sistemas *Chips-boilers*, que utilizam madeira na forma de lascas têm revolucionado o mercado de aquecimento renovável na Áustria (AEBIOM, 2010; Auinger et al., 2010;).

Os sistemas *Pellet-fired*, oferecem nível de conforto equivalente aos sistemas de combustíveis fósseis (*Natural-fired*), mas tem a vantagem adicional de permitir reduções significativas nos GEE (Auinger et al., 2010; IEA, 2007). Este tipo de sistema é utilizado em aglomerados urbanos e apresenta níveis de automação elevados, que facilitam a entrega do combustível através de caminhão cisterna. O armazenamento do combustível requer espaços reduzidos quando comparado com lascas de madeira. Os *Chips-boilers* são utilizados em zonas rurais, a produção local do combustível sem grandes custos associados a transformação e transporte são considerados mais-valias deste sistema (Domac & Šegon , 2003).

Os sistemas de aquecimento a biomassa *Pellet-fired* normalmente têm uma capacidade que varia de 5-15 kW (utilizados em habitação unifamiliar individual) a 100 kW utilizados nos prédios (Auinger et al., 2010; IEA, 2007). A subvenção para incentivar a utilização da biomassa para aquecimento residencial austríaca cobre cerca de 20 % dos custos associados ao investimento em *Pellet-fired* e *Chips-boilers*, podendo atingir no máximo 50 % deste custo para sistemas mais simples (Auinger et al., 2010).

Na Tabela 3.2, expõem-se as diferentes subvenções aplicadas para fomentar a utilização da biomassa no aquecimento das residências unifamiliares na Alta Áustria.

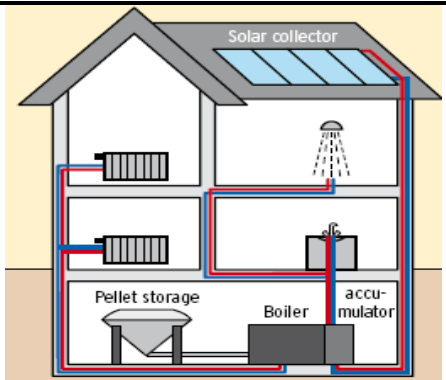
Tabela 3.2: Subvenções aplicadas para biomassa no aquecimento das residências unifamiliar na Alta Áustria.

Tipo de investimento (<i>Pellet-fired</i> e <i>Chips-boilers</i>)	Subvenção (€)
Nova instalação	1.700
Substituição de instalação <i>Natural-fired</i>	2.200
Substituição de instalação antiga	500

A análise de alguns casos permitiu aferir subvenção na ordem de 2.520 €
(Auinger et al., 2010)

Com cerca de 20.000 sistemas instalados desde 1996, os sistemas de aquecimento automático *Pellet-fired*, tornaram-se numa solução padrão para aquecimento doméstico na Alta Áustria (Auinger *et al.*, 2010). Seguidamente, na Tabela 3.3, são apresentadas as principais características dos sistemas *Pellet-fired* comercializados na Alta Áustria.

Tabela 3.3: Solução típica de um Sistema *Pellet-fired* utilizados nos alojamentos na Alta Áustria.

Capacidade: 5-15 kW	
Totalmente Automatizado	
Geralmente instalada no Cave	
Entrega do combustível em casa através do camião cisterna	
Consumo de pellet: 3-4 ton/ano	
Capacidade de armazenamento típica: igual ao consumo de pellet anual	
Sistema de aquecimento hidráulico	
Remoção de Cinzas 2-4 vezes por ano	

(Auinger *et al.*, 2010)

O custo de investimento, (caldeira, sistema de armazenamento e alimentação automático de combustível, e sistemas hidráulicos), ronda 15.000-20.000 euros. A operação e a manutenção anual do sistema requerem um custo entre 350-500 euros. O preço do combustível, cujas características se encontram Na Tabela 3.4 a seguir, ronda 200 euros/ton, excluído a taxa de transporte (35 euros em 2010) (Auinger *et al.*, 2010).

Tabela 3.4:Características típicas de *pellets* comercializados para aquecimento em alojamentos na Alta Áustria.

Características	Requisitos	
Diâmetro	6-8 mm	
Comprimento	3,5-40 mm	
Poder calorífico	16,5 MJ/kg	
Teor de água	<10 %	
Teor de cinza	<0,7 %	
Densidade	>600kg/m ³	
Ponto de fusão das cinzas	1200 °C	
Finos (<3,5 mm)	1 %	

Os requisitos técnicos de combustível para pellets de acordo com ÖNORM EN 14961-2 (Auinger *et al.*, 2010)

Em termos energéticos, de acordo com os requisitos técnicos apresentados na tabela anterior, 2 kg *pellets* corresponde a 1 litro de gasóleo para aquecimento. Em termos volumico, 1 m³ equivale a 320 litros de combustível fóssil referido (Auinger *et al.*, 2010;).

Tendo em vista a comparação dos diferentes parâmetros inerentes aos sistemas *pellet-fired* utilizados em diferentes países, seguidamente, serão introduzidos na Tabela 3.5 um conjunto de parâmetros relevantes, destacando indicadores do ano 2005 (de acordo com bases de dados deste ano para os sistemas utilizados a nível global), a situação austríaca, bem como a projecção destes para o ano 2030.

Tabela 3.5: Custos para aquecimento associados *Pellet-fired* em 2005, na Alta Áustria e projecções para o ano 2030.

Parâmetros	Alta Áustria	Base de dados de 2005			Unidade	Projeção 2030
		Mínimo	Média	Máximo		
Custo de investimento	-	120	380	800	€/kWh _{th}	0 %
Investimento incluído obras e armazenamento de combustível	1000-1600	250	500	1000	€/kWh _{th}	0 %
Rendimento de conversão	80-90	86	92	95	%	+10%
Preço de combustível	12,1	9,7	12,5	15,3	€/GJ	0 %
Energia auxiliar	350-500 €* €	10	14	20	kWh _e /(kW _{th} .ano)	+5%
Preço de energia Auxiliar		0,05	0,15	0,20	€/ kWh _e	+25%
Operação e Manutenção		10	20	30	€/(kW _{th} .ano)	0%
Hora de carga		1100	2000	2500	Hora/ano	0%
Tempo de vida	20	10	15	20	Ano	+20%
Taxa de Juro	-	5	10	15	%/Ano	+10%

- **Bases de dados de 2005**, abrange os sistemas em todo o mundo para o ano base de 2005 e projectadas as diferenças relativas para 2030;
- Não foram contabilizados os sistemas inteligentes que permitem poupar energia, Nem o sistema os custos evitados devido à economia de combustível resultante;
- Os custos de instalação são incluídos, mas os custos de distribuição de calor não são;
- Considera-se que em 230 a eficiência máxima pode atingir 103%.

* Inclui custos de manutenção e consumo de energia eléctrica anual
(Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2007)

Os parâmetros apresentados na figura anterior permitem verificar que as caldeiras automatizadas com sistema de armazenamento do combustível para aquecimento domiciliar custam entre 15.000-20.000 € (Auinger *et al.*, 2010). No entanto, os sistemas mais simples, sem sistemas de alimentação automático e armazenamento de combustíveis apresentam custos bastantes reduzidos quando comparado com os primeiros (Auinger *et al.*, 2010, IEA, 2007). Prevê-se ainda uma estabilização no custo de aquisição tecnológica nos próximos 30 anos, e relativamente às alterações destacam-se o aumento da eficiência de conversão energética, custos de energia auxiliar e tempo de vida. Em termos comparativo verifica-se que os parâmetros austríacos, podem perfeitamente assumir carácter universal uma vez que uma fortemente convergência em relação a base de dados de 2005 (Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2007).

As normas de emissões cada vez mais rigorosas têm proporcionado resultados excelentes a nível do desenvolvimento de caldeiras de baixa emissões. Na Alta Áustria, os testes de certificação efectuados pelo *Austrian Federal Institute of Agricultural Engineering (FJ-BLT)* demonstram que, actualmente, estas tecnologias apresentam baixos níveis de emissões e elevada capacidade de conversão energética (Auinger *et al.*, 2010).

Na Fig.3.14, apresenta-se a evolução da capacidade de conversão energética e emissões (monóxido de carbono (CO)) dos sistemas *Pellet-fired* austríaca, verificados nos últimos 30 anos.

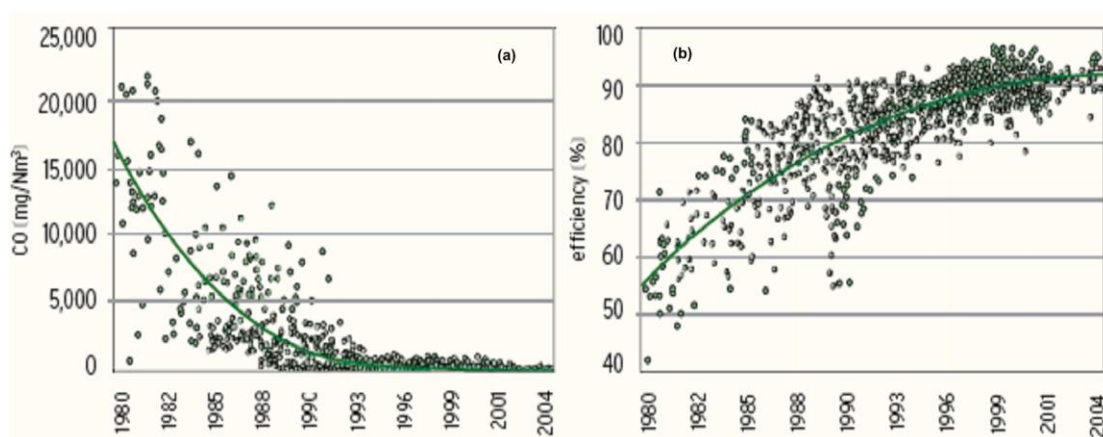


Figura 3.14: Evolução de emissão de CO (a) e eficiência de conversão energética (b) nos sistemas *Pellet-fired* na Alta Áustria (Auinger *et al.*, 2010).

De acordo com as informações apresentadas na Fig.3.14, nos últimos 30 anos, a eficiência média das caldeiras a biomassa aumentaram de cerca 55 % para mais de 90 % (com base no valor calorífico inferior) e as emissões de monóxido de carbono médias diminuíram de 15.000 para menos de 50 mg/m³ (com 13% O₂) (Auinger *et al.*, 2010).

Actualmente, existem cerca de 40.000 sistemas de aquecimento a biomassa instalados na Alta Áustria. Destes, 20.000 são utilizados no sector residencial (Auinger *et al.*, 2010). Os impactes associados ao aquecimento a biomassa na Alta Áustria encontram-se apresentados a seguir:

- Com uma capacidade instalada de 1.560 MW, os sistemas de aquecimento a biomassa permite produzir cerca de 2,5 TWh/ano, o que equivale a um consumo de combustível anual de 850.000 toneladas de biomassa (Auinger *et al.*, 2010);
- O aquecimento a biomassa emprega cerca de 4.500 pessoas na Alta Áustria, correspondente a cerca de 69,2 % do total dos postos de trabalho associado às energias renováveis, dos quais 22,2 % incidem sobre a produção e distribuição dos combustíveis (Auinger *et al.*, 2010);
- Em 2009, o investimento em energias renováveis (novas instalações) foi de cerca de 210 milhões de euros. Destes, 110 milhões foram direccionados ao aquecimento à biomassa. Nesse ano, a venda dos combustíveis, incluído centrais de cogeração, foi de 90 milhões de euros (Auinger *et al.*, 2010);

3.5.2.2. Portugal

A nível nacional, os SIF utilizados para fomentar a utilização da biomassa sólida (resíduos florestais) para produção de AQS/aquecimento em alojamentos, assentam em reduções fiscais a seguir apresentados:

- **Redução fiscal (Imposto directo)**

Em 2010, o orçamento de estado estabeleceu um incentivo destinados aos utilizadores que consiste na redução fiscal em sede de IRS, permitindo uma dedução à colecta de 30 %, até um máximo de 803 euros, das importâncias despendidas na aquisição de equipamentos novos para utilização de energia renovável com potência até 100kW (EP, 2010b).

A medida abrange equipamentos de utilização pessoal, entre os quais se destacam as tecnologias que utilizam biomassa para produção de AQS/aquecimento residencial. Atendendo aos custos associados a estes sistemas, este incentivo permitia financiar cerca de 7 % do custo da aquisição (Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2007; EP, 2010b).

- ***Redução Fiscal (Imposto indirecto)***

A inclusão dos equipamentos de aproveitamento de energias alternativas na Lista II do CIVA, permite reduzir a taxa de IVA de 21 % para 12%. A utilização deste incentivo reduz o custo de aquisição de tecnologias que utilizam biomassa para produção de AQS e/ou aquecimento de espaço residencial em Portugal (EP, 2008).

Como é evidente, estas medidas permitem amortizar os custos de investimentos associados a aquisição de tecnologias. Contudo, no sentido mais abrangente, actualmente não existe qualquer estudo que incide sobre as consequências destes incentivos, pelo que é impossível avançar os impactes associados.

3.5.3. Considerações finais sobre SIF para FER-H

As informações apresentadas ao longo deste subcapítulo, colocaram em evidência uma diversidade de SIF utilizados para incentivar tanto a utilização de energia solar térmica, como a biomassa para aquecimento e/ou produção de AQS no sector residencial (EREC, 2007; ESTIF, 2006; reFOCUS, 2007).

Os incentivos aplicados em diversos países analisados permitiram implantar cultura de utilização destas formas de energias naqueles países. Na Fig.3.15 encontra-se apresentada a evolução do mercado solar térmico (quantidade e área percapita instalada) em alguns países analisados neste trabalho.

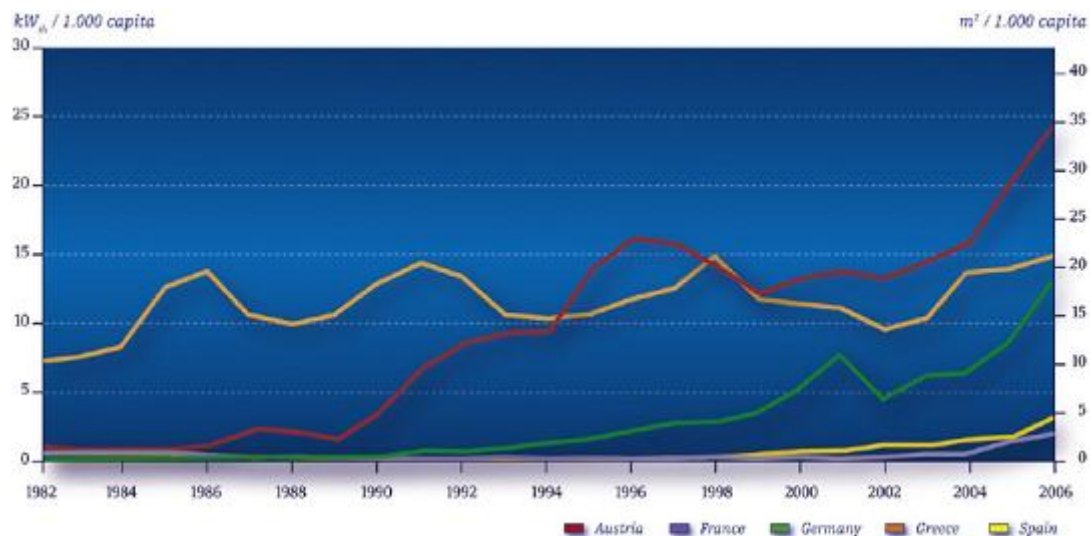


Figura 3.15: Evolução percapita do mercado solar térmico nos diferentes países de Europa (ESTIF, 2007).

Analisando a figura anterior face às informações expostas no presente Subcapítulo (caracterização dos incentivos aplicados em diversos países), verifica-se que a magnitude dos incentivos está intimamente relacionada com o impacto na penetração das tecnologias no mercado. O incentivo austríaco cobre entre 30- 50 % do custo total de investimento, por isso é natural que lidere os rankings apresentados. Mas, neste particular é importante realçar o caso francês que, alterando os SIF, revolucionou o mercado. Curiosamente alterou a “famosa” subvenção directa para reduções fiscais (impostos directos), aumentando com isso o subsídio de cerca de 30 para 50 % do custo total de investimento e, como consequência, duplicou a área instalada por ano.

Os casos alemão e grego demonstram três aspectos importantes. Primeiro, demonstram que a utilização de energias renováveis pode ser transformado em hábitos culturais e com isso, progressivamente cria-se condições de auto-sustentação do mercado. Segundo, demonstram que há uma grande sensibilidade nestas questões. Ou seja a criação desta cultura requer incentivos ininterruptos ao longo de muitos anos. Por último põem em evidência a necessidade de acções complementares como formação de quadros, difusão de informações entre outros aspectos para suportar o mercado. A subvenção alemã, suporta apenas 15 % do custo total de investimento, mas cria dinâmica de mercado muito forte.

Os sistemas solares térmicos utilizados a nível residencial representam um custo que rondam 5.000 a 6.000 €, equivalente a 700 €/m² (Hack, 2006). Os incentivos utilizados

para promover a utilização destes sistemas a nível global, mas sobretudo na Europa, permitiram cobrir entre 15-50 % do custo total da aquisição associada (ESTIF, 2006).

O impacto dos incentivos ao nível de produção energética para sistemas solares térmicos na Europa esteve entre 0,41-6,85 €/kWh (ESTIF, 2006). Relativamente ao impacto ambiental, a magnitude do indicador, reduções de emissões de dióxido de carbono esteve entre 7,60 a 8,69 €/kg (AS, 2011a; EP, 2009; ESTIF, 2006).

Relativamente a biomassa, para além de ser a energia renovável habitualmente mais utilizada no mundo, o uso da biomassa sólida para a geração de calor possui uma tradição longa e global (Balat *et al.*, 2009; reFOCUS, 2007). As tecnologias modernas, têm proporcionado excelentes condições para utilização de biomassa. A nível de aquecimentos e/ou produção de AQS a nível residencial, sobretudo em zonas urbanas destacam-se os sistemas *Pellet-fired*. Os sistemas totalmente automatizados apresentam um custo que varia entre 15.000-20.000 euros, mas existem soluções mais simples onde a mesma gama representa metade dos custos referidos. (Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2007).

Ao contrário dos sistemas solar térmicos, os sistemas *Pellet-fireds* podem cobrir a demanda total de aquecimento e AQS em alojamentos. No entanto, as políticas de incentivos não têm privilegiado este último. Não obstante alguns incentivos direccionados a este seguimento tecnológico, o seu potencial está longe de ser devidamente aproveitado (AEBIOM, 2010; REC, 2007; Sá, 2009)

Na Tabela 3.6 encontram-se compilados os impactos associados aos incentivos utilizados para promover AQS/aquecimento renovável na Áustria (biomassa vs. Solar térmico).

Tabela 3.6: Quadro comparativo (impactes) associado aos incentivos para aquecimento a biomassa e solar térmico austríaco

Incentivos	Biomassa	Solar térmico
Investimento total (%)	~ 20	30-60
Energia final (€/kWh)	0,60-0,64	6,85
Ambiente (€/kg CO ₂)	2,78-2,98	7,60

(Auinger *et al.*, 2010; ESTIF, 2006)

Na Áustria, face aos indicadores apresentados (indicadores energéticos e ambiental (CO_2), verifica-se que o AQS/aquecimento a biomassa quando comparado com solar térmico, não só requer menos incentivo por unidade de energia produzida, como também permite maior redução de CO_2 por unidade monetária injectada através dos incentivos¹⁰. No que concerne à criação do emprego, de acordo com os números avançados na subsecção 3.5.2.1, o aquecimento a biomassa leva vantagem em relação a solar térmico tendo em conta que permite criar postos de trabalhos associados à processamento e distribuição de combustível (Auinger et al., 2010; ESTIF, 2006).

Estes indicadores demonstram uma tendência favorável a nível dos benefícios do aquecimento a biomassa quando comparado ao solar térmico. No entanto, a realidade dos mercados varia, o que implica analisar caso a caso as formas de incentivos que melhor se adaptam a cada mercado.

As referências são indispensáveis para o sucesso dos incentivos. Nesse sentido, todos os indicadores, bem como os diferentes SIF apresentados e analisados até o momento, serão aproveitados no desenvolvimento do modelo que incide sobre os incentivos ao aquecimento a biomassa no sector residencial em Portugal, apresentado no próximo capítulo.

¹⁰ Relativamente a biomassa, o índice energético e ambiental poderia ser inferior aos apresentados tendo em conta que os alojamentos apresentavam sistemas solares térmicos instalados e classe energética elevada.

4. METODOLOGIA

Expõe-se neste capítulo o procedimento utilizado nos capítulos 5, 6 e 7. Ou seja, a metodologia das principais etapas associadas ao desenvolvimento do modelo.

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os objectivos centrais dos Capítulos 5, 6 e 7 são:

- O desenvolvimento de um modelo que permita projectar as necessidades energéticas que se destinam à produção de AQS e climatização nos alojamentos residenciais em Portugal e que, simultaneamente, permita projectar as emissões de GEE associadas ao consumo energético que se destina ao aquecimento e à produção de AQS no sector referido.
- A aplicação do modelo para avaliar os impactes ao nível de incentivos para utilização da biomassa para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal;
- A análise dos efeitos energéticos, ambientais e sócio-económicos associados à utilização da caldeira a biomassa versus sistemas solares térmicos no que se refere à produção de AQS e aquecimento nos alojamentos residenciais em Portugal

Nos próximos subcapítulos, apresentar-se-ão as características e os procedimentos utilizados tendo em vista o cumprimento dos objectivos apresentados.

4.2. ELABORAÇÃO DO MODELO

O desenvolvimento do modelo utilizado ao nível de análise dos efeitos dos incentivos para utilização de energia renovável para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal (caso de estudo), subdivide-se em duas partes:

A primeira parte incide sobre o domínio energético. Para se estabelecer as condições que permitem determinar as necessidades energéticas para a produção de AQS e climatização, recorreu-se ao Decreto-Lei n.º 80/2006, de 04 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios (RCCTE). A construção do modelo compreende três etapas fundamentalmente: na primeira etapa apresentam-se as definições e considerações genéricas associadas à determinação das diferentes necessidades energéticas estabelecidas pelo RCCTE e consideradas neste trabalho. Na segunda etapa são apresentadas as expressões que permite projectar as necessidades

energéticas (climatização e AQS). Na terceira fase são introduzidas as expressões que relacionam o consumo real de energia para um determinado ano e as necessidades/consumos energéticos projectados através do RCCTE e a relação entre as necessidades energéticas dos alojamentos residenciais e a classe energética do mesmo.

Na segunda parte, recorreu-se à metodologia estabelecida pelo The Greenhouse Gas Protocol (The GHG protocol) para projectar as emissões de GEE associadas ao consumo de energia que se destina ao aquecimento e produção de AQS nos alojamentos. Sucintamente, esta segunda parte é caracterizada por duas etapas: na primeira etapa apresentam-se os conceitos estabelecidos no âmbito do protocolo e que se aplicam ao caso de estudo. Na segunda etapa são apresentadas as expressões que permitem projectar as emissões de GEE associadas ao consumo de energia.

4.3. VALIDAÇÃO DO MODELO

Não faz sentido utilizar o modelo para analisar os efeitos dos incentivos para utilização de energia renovável nos alojamentos proposto neste trabalho sem antes verificar o seu comportamento face à realidade. Tendo em conta esta necessidade, uma parte deste trabalho é dedicada à validação do modelo.

A validação do modelo assenta sobre a relação entre as necessidades energéticas projectadas e o padrão de utilização de energia nos alojamentos, designadamente os indicadores de consumo para climatização e produção de AQS.

Para validar o modelo, define-se um determinado ano e recorrendo a dados estatísticos, caracterizam-se as variáveis de entrada necessárias para projectar as necessidades energéticas (caracterização do parque habitacional português). Seguidamente, projectam-se as necessidades energéticas para climatização e produção de AQS ao nível Nacional. Obtendo os resultados das projecções, efectua-se a sua análise face ao padrão do consumo de energia nos alojamentos e valida-se a sua aplicabilidade tendo em vista o propósito deste estudo.

4.4. APLICAÇÃO DO AO CASO DE ESTUDO

Uma vez validado o modelo e aceite a sua aplicabilidade no que diz respeito à projecção das necessidades energéticas equacionadas, segue-se a sua aplicação para analisar os efeitos dos incentivos para utilização de energia referidos oportunamente.

A aplicação do modelo ao caso de estudo é efectuada da seguinte forma:

Na primeira fase, identifica-se o público-alvo considerado para instalar os sistemas a biomassa que se pretende subsidiar e caracterizam-se estes sistemas no que diz respeito ao custo e ao nível da capacidade de produção energética;

A segunda fase incide sobre a caracterização do SIF que se pretende utilizar para fomentar a penetração da tecnologia renovável no segmento considerado (público-alvo);

Na terceira fase caracteriza-se o público-alvo, nomeadamente a sua dimensão face ao SIF estabelecido, a sua distribuição pelo território nacional e as restantes variáveis que permitem projectar as necessidades energéticas para climatização e AQS.

Determinam-se posteriormente as necessidades energéticas equacionadas;

Na quinta fase determina-se a redução de GEE associado ao incentivo para utilização de energias renováveis. A redução das emissões de GEE é determinada tendo em conta as energias convencionais utilizadas para produção de AQS e aquecimento face à energia renovável considerada.

A última fase de aplicação do modelo incide sobre a determinação dos principais índices que permitem avaliar os efeitos dos incentivos para utilização de energias renováveis nos alojamentos em Portugal (biomassa versus sistemas solares térmicos).

4.5. ANÁLISE DOS EFEITOS DOS INCENTIVOS

A análise dos efeitos dos incentivos para utilização da biomassa versus sistemas solares térmicos (utilizando os resultados obtidos neste trabalho e os resultados projectados do âmbito da MST-2009) é efectuada mediante determinação/consideração dos índices seguintes:

- Montante global de investimento público e privado, considerado o custo total de aquisição das tecnologias;
- Cobertura de incentivo face ao custo global do sistema

- Montante de incentivo por unidade de energia produzida;
- Montante de incentivo por unidade de emissões de GEE evitadas e;
- Impacte económico e social dos quais de destacam:
 - Redução da factura energética dos consumidores, considerando o perfil definido para projectar as emissões;
 - Perspectiva ao nível de criação de postos de trabalhos, considerando os indicadores alcançados na Áustria;

5. MODELO

Recorrendo ao Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), no presente capítulo é apresentado um conjunto de expressões matemáticas e considerações que permitem projectar o consumo de energia para climatização e AQS nos alojamentos em Portugal.

Utilizando a metodologia estabelecida pelo protocolo GHG, são apresentadas as definições, condições e expressões que permitem projectar a redução de GEE associada à substituição de consumo de energia convencional por energia renovável para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal.

As condições e expressões apresentadas neste capítulo, constituem um modelo que permite projectar as necessidades energéticas para climatização e AQS nos alojamentos em Portugal, assim como os impactes ambientais ao nível de emissões de GEE resultantes do consumo de energia para AQS e aquecimento naquele sector.

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Uma vez que a introdução das tecnologias renováveis no mercado incide sobre alojamentos do tipo moradia, cujo padrão de consumo de energia diverge da média nacional, foi necessário desenvolver um modelo energético para prever as necessidades energéticas associadas à produção de AQS e climatização nesse segmento. Em Portugal, o Decreto-Lei n.º 80/2006, de 04 de Abril, denominado RCCTE, de agora em diante, designado apenas por Regulamento, estabelece as regras a observar no projecto de todos os edifícios de habitação e de serviços sem sistemas de climatização centralizados de modo a que: as exigências de conforto térmico possam vir a ser satisfeitas sem desperdício excessivo de energia e simultaneamente sejam minimizadas as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais.

No quadro Regulamentar (RCCTE), a climatização dos espaços (aquecimento no inverno e arrefecimento no verão), a par da produção de AQS são considerados requisitos indispensáveis ao conforto. Tendo em conta este entendimento, o referido regulamento estabelece os critérios e as condições que permitem determinar os índices de consumos de energias associados a estas utilizações.

As necessidades energéticas determinadas de acordo com a metodologia de cálculo definida pelo regulamento obedecem a uma classificação energética dos alojamentos estabelecida pelo Despacho n.º 10250/2008, de 8 de Abril (Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior (MCDEQAI)). Apresentam-se no subcapítulo 5.4 as definições, as condições e os princípios associados à classificação energética dos alojamentos em Portugal.

As emissões de GEE resultantes das utilizações de energia nos alojamentos residenciais variam em função das formas de energia utilizadas, das tecnologias de conversão utilizadas desde a produção até à utilização final e do consumo energético requerido. Em termos nacionais estabelecem-se os factores de emissões para cada forma de energia utilizada a partir do qual se pode determinar as emissões. Conforme referido anteriormente, o estudo de emissões de GEE neste trabalho baseia-se na metodologia estabelecida pelo GHG protocol.

5.2. DESCRIÇÃO DO MODELO

O modelo desenvolvido neste Capítulo permite projectar as necessidades energéticas para climatização e produção de AQS no sector doméstico em Portugal e, simultaneamente estabelece condições que permitem projectar as emissões de GEE associadas ao consumo energético que se destina ao aquecimento e produção de AQS no sector.

A projecção das necessidades energéticas supracitadas, dependem das características dos alojamentos (fracções autónomas de um edifício¹¹), da composição dos agregados familiares, das especificidades ambientais locais, das tecnologias utilizadas na conversão de energia e das fontes de energia primária utilizadas. Ou seja, a utilização do modelo para se projectar as necessidades energéticas equacionadas requer um conjunto de variáveis de entrada, das quais se destacam os agrupamentos seguintes:

O primeiro grupo destas variáveis incide sobre as características dos alojamentos (área útil do pavimento e os factores de forma associados). Os factores de forma são utilizados apenas para se projectar as necessidades associadas ao aquecimento definidas pelas Eq.5.1 a 5.4. A área útil do pavimento é utilizada para se projectar as necessidades de aquecimento e arrefecimento.

O segundo grupo de variáveis engloba a ocupação em termos do número de pessoas que compõe o agregado familiar e é utilizado para a determinação das projecções energéticas associadas à produção de AQS. A determinação das necessidades energéticas para AQS efectua-se de acordo com a Equação 5.9 e as considerações efectuadas na secção 5.3.3.

A localização dos alojamentos constitui outro grupo de variáveis. As variáveis aplicadas ao modelo encontram-se trabalhadas/simplificadas e podem ser consultadas recorrendo ao Regulamento. Para determinação das necessidades energéticas para aquecimento, utiliza-se o número de graus-dias de aquecimento (GD). As necessidades associadas ao

¹¹ De acordo com o Regulamento, fracção autónoma de um edifício corresponde a cada uma das partes de um edifício dotadas de contador individual de consumo de energia, separada do resto do edifício por uma barreira física contínua, e cujo direito de propriedade ou fruição seja transmissível autonomamente.

arrefecimento são determinadas recorrendo aos valores típicos regionais definidos pelo Regulamento e apresentados na Tabela 5.5.

Uma outra variável utilizada no âmbito de aplicação do modelo é o factor de utilização (FU). A definição e a caracterização desta variável encontram-se expostas na subsecção 6.2.2.1.

As emissões de GEE são projectadas em função do consumo de energia e vectores energéticos utilizados para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos. As variáveis de entrada são o próprio consumo de energia e os factores de emissão associados ao consumo.

As variáveis de saída do modelo são:

As necessidades de energia útil para climatização e energia final para produção de AQS nos alojamentos em Portugal;

As emissões de GEE associadas ao consumo de energético que se destinam à produção de AQS e aquecimento dos alojamentos residenciais.

Seguidamente são apresentadas as considerações e expressões que permitem por um lado alojar as variáveis de entrada referidas e por outro debitam as variáveis de saída pretendidas.

5.3. NECESSIDADES ENERGÉTICAS PARA CLIMATIZAÇÃO E AQS

A caracterização do comportamento térmico dos edifícios, segundo o RCCTE, faz-se através da quantificação dos seguintes índices¹²:

- a) Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{ic});
- b) Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (N_{vc});
- c) Necessidades nominais anuais de energia para produção de AQS (N_{ac})
- d) Necessidades globais anuais de energia primária para climatização e produção de AQS (N_{tc}).

¹² Observar o âmbito de aplicação do Regulamento, apresentado no anexo II

O regulamento não estabelece regras que permitam determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para iluminação e electrodomésticos, nem as necessidades de energia útil para cozinha, duas utilidades relevantes na estrutura de utilização final de energia nos alojamentos. No entanto, tendo em conta o peso destas utilidades na estrutura referida, apresentadas na Secção 2.3.1, para efeito de validação dos resultados estabelecem-se as condições seguintes:

O conjunto, iluminação e electrodoméstico + cozinha é responsável por cerca 55,5 % do consumo de energia final nos alojamentos (DGE & INE, I.P., 2011). Partindo deste cenário, o somatório das necessidades energéticas para climatização e produção de AQS projectadas, de acordo com o estabelecido pelo modelo, deve rondar 45,5 % do total de energia final consumida naquele sector, sendo que, caso necessário, serão reajustados tendo em conta a classe energética dos alojamentos (DGE & INE, I.P., 2011).

Ainda nesse quadro é analisada a eficiência nominal de conversão de energia final para energia útil associada à climatização que permite avaliar as projecções das necessidades energéticas em termos de consumo de energia final.

Caso o consumo previsto pelo modelo em AQS e climatização a nível nacional para um determinado ano se aproxime de 45.5 % do consumo de energia final nos alojamentos (há que ter em atenção que nem todos os alojamentos consomem energia de acordo com o nível de conforto estabelecido pelo regulamento) considera-se o modelo válido para projecção das necessidades no que diz respeito ao consumo global de energia para AQS e climatização.

Outro aspecto igualmente importante ao nível de validação do modelo tem a ver com a repartição das necessidades energéticas. Após a determinação das necessidades energéticas equacionadas, são analisadas a repartição final (AQS, aquecimento e arrefecimento) face à estrutura apresentada na Fig.2.9. Nesse caso, considerar-se-á o modelo válido se as partições ao nível das projecções não divergirem muito da estrutura de utilização final de energia em Portugal (análise qualitativa).

As condições interiores de referência estabelecidas pelo Regulamento são as seguintes:

As condições ambientes de conforto de referência são uma temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento e uma temperatura do ar de 25°C e 50 % de humidade relativa para a estação de arrefecimento;

A taxa de referência para a renovação do ar, para garantia da qualidade do ar interior, é de 0,6 renovações por hora, devendo as soluções construtivas adoptadas para o edifício ou fracção autónoma, dotados ou não de sistemas mecânicos de ventilação, garantir a satisfação desse valor sob condições médias de funcionamento;

O consumo de referência de AQS é de 40 l a 60°C por pessoa e por dia (temperatura da água da rede pública de abastecimento é de 15°C).

O número convencional de ocupantes (membros do agregado familiar) em função da tipologia da fracção autónoma definido pelo Regulamento encontra-se apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Número de agregado familiar em função da tipologia da fracção autónoma.

Tipologia de fracção autónoma	T0	T1	T2	T3	...	Tn
Número de ocupantes	2	2	3	4		n+1

(RCCTE)

Relativamente às características ambientais locais, o País encontra-se dividido em três partes, zonas climáticas de Inverno (I_1 , I_2 , e I_3) e zonas climáticas de Verão (V_1 , V_2 e V_3). A delimitação destas zonas encontra-se especificada no ANEXO III do Regulamento.

As zonas de Verão estão divididas em Região Norte e Região Sul. A Região Sul abrange toda a área a sul do rio Tejo e ainda os seguintes concelhos dos distritos de Lisboa e Santarém: Lisboa, Oeiras, Cascais, Amadora, Loures, Odivelas, Vila Franca de Xira, Azambuja, Cartaxo e Santarém. No ANEXO III do Regulamento constam, ainda, os seguintes dados climáticos de referência de Inverno e de Verão:

- Número de graus-dias de aquecimento em °C/dia (**GD**);
- Duração da estação de aquecimento em meses (**M**).
- Nos QUADROS III.2 e III.3 (RCCTE), indicam-se as alterações, em função da altitude dos locais, a introduzir relativamente aos dados climáticos de referência.

A conversão de energia útil para energia primária é determinada utilizando a eficiência nominal dos equipamentos utilizados para aquecimento e arrefecimento (η_i , η_v), sob condições nominais de funcionamento e factores de conversão de energia final para energia primária (F_{pu}).

A determinação dos índices energéticos apresentados no início deste Subcapítulo (alíneas **a)** a **d)**) implica conhecer ao pormenor as características dos edifícios e/ou fracção autónomas. Ou seja, as expressões que permitem determinar aqueles índices requerem um conjunto de variáveis que não são passíveis de se apurar face às projecções pretendidas neste trabalho. Utilizam-se assim as expressões que permitem projectar os valores máximos que cada um destes índices podem assumir (limitação das necessidades nominais anuais de energia), a começar por:

5.3.1. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

Cada fracção autónoma de um edifício abrangido pelo RCCTE não pode, como resultado da sua morfologia, da qualidade térmica da sua envolvente e tendo em conta o aproveitamento dos ganhos solares e internos e de outras formas de energias renováveis, exceder um valor máximo admissível das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_i), medida em kWh/m² de área do pavimento apresentados nas Eq.5.1 a 5.4.

$$\text{Para } FF \leq 0,5 \Rightarrow N_i = 4,5 + 0,039 \cdot GD \quad (5.1)$$

$$\text{Para } 0,5 < FF \leq 1 \Rightarrow N_i = 4,5 + (0,021 + 0,037 \cdot FF) \cdot GD \quad (5.2)$$

$$\text{Para } 1 < FF \leq 1,5 \Rightarrow N_i = [4,5 + (0,021 + 0,037 \cdot FF) \cdot GD] \cdot (1,2 - 0,2 \cdot FF) \quad (5.3)$$

$$\text{Para } FF > 1,5 \Rightarrow N_i = 4,05 + 0,06885 \cdot GD \quad (5.4)$$

Onde o FF (factor de forma) é o quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior (A_{ext}) e interior (A_{int}) do edifício ou fracção autónoma e o respectivo volume interior (V). As definições das envoltentes encontram-se explicitadas nos pontos s e t do ANEXO I do Regulamento. A expressão que permite determinar a magnitude do factor supracitado é apresentada a seguir (Eq.5.5).

$$FF = \frac{A_{ext} + \sum (\tau A_{int})_i}{V} \quad (5.5)$$

Em que: τ encontra-se definido no ANEXO IV do Regulamento (quociente da diferença entre a temperatura interior e temperatura de espaço não climatizado sobre a diferença entre a primeira e a temperatura exterior). Considerando o grau de dificuldade inerente à determinação desse parâmetro, no TABELA IV.1 do Regulamento, encontram-se compilados os valores que este pode assumir tendo em conta o tipo de espaço não útil.

No caso das regiões autónomas, o GD é determinado de acordo com as condições seguintes:

- Região autónoma dos Açores:

$$GD = 1,5 \times z + 650 \quad (5.6)$$

- Região autónoma da Madeira, para altitude inferior a 400 m e superior/igual a 400 m de acordo com a Eq. 4,7 e 4,8, respectivamente:

$$GD = 2,24 \times z + 50 \quad (5.7)$$

$$GD = 1,6 \times z + 380 \quad (5.8)$$

Em que: z representa a altitude local em metros.

5.3.2. Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

Em Portugal, os valores limite das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento (Nv) de uma fracção autónoma dependem da zona climática local. Na Tabela 5.2 encontram-se compilados os valores do Nv, em função das zonas climáticas estabelecido pelo RCCTE.

Tabela 5.2: Valores limites das necessidades nominais de energia útil por zonas climáticas em Portugal.

Zona climática	Nv (kWh/m ² .ano)	
	Norte	Sul
V1	16	22
V2	18	32
V3	26	32
Açores	21	
Madeira	23	
	(RCCTE)	

5.3.3. Necessidades nominais anuais de energia final para preparação de AQS

O limite máximo para os valores das necessidades de energia para preparação de AQS (N_a) é o definido pela equação seguinte.

$$N_a = \frac{0,081 \times M_{AQS} \times nd}{A_p} (kWh/m^2 \cdot ano) \quad (5.9)$$

Em que: M_{AQS} é o consumo diário de referência (40 l x n.º de ocupantes), nd representa o número anual de dias de produção de AQS, A_p diz respeito a área pavimento.

O nd para edifícios residências é 365 dias (ANEXO VI, QUADRO VI.2 do Regulamento).

5.3.4. Necessidades nominais globais de energia primária para climatização e AQS

O valor máximo do indicador das necessidades nominais globais anuais de energia primária para climatização e produção de AQS (N_t), medido em kgep/m², determinado com base nos valores N_i , N_v e N_a , é dado pela expressão seguinte:

$$N_t = 0,9 \times (0,01 \cdot N_i + 0,01 \cdot N_v + 0,15 \cdot N_a) \quad (5.10)$$

De acordo com o Regulamento, as necessidades globais anuais nominais de energia primária para climatização e AQS de um alojamento específico (N_{tc}), medida em unidade de energia primária assumida pelos respectivos factores de conversão F_{pu} por m² de pavimento é definida pela Eq.5.11 abaixo indicada.

$$N_{tc} = 0,1 \times \left(\frac{N_{ic}}{\eta_i} \cdot F_{pui} \right) + 0,1 \times \left(\frac{N_{vc}}{\eta_v} \cdot F_{piv} \right) + N_{ac} \times F_{pua} \quad (5.11)$$

Em que: os factores de ponderação das necessidades de aquecimento, de arrefecimento e de preparação de AQS têm em conta os padrões de utilizações existentes na data da publicação do Regulamento; η_i e η_v , são eficiências nominais de equipamentos utilizados para aquecimento e arrefecimento, respectivamente; F_{pui} , F_{piv} e F_{pua} , são factores de conversão da energia final para energia primária em função do tipo de energia utilizado para aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS, respectivamente.

5.4. CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA DOS ALOJAMENTOS

A classe energética para os alojamentos definida pelo MCDEQAI é determinada através da equação seguinte:

$$R = \frac{N_{tc}}{N_t} \quad (5.12)$$

Conforme referido anteriormente, N_{tc} corresponde ao valor das necessidades anuais globais de energia primária estimadas para climatização e águas quentes, e N_t corresponde ao valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes.

A escala de classificação energética dos alojamentos resultante da aplicação da Eq.5.12 é composta por 9 classes, correspondendo a cada classe um intervalo de valores de R , de acordo com o apresentado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Classificação energética dos alojamentos em Portugal.

Classe energética	Valor de R
A+.....	$R \leq 0,25$
A.....	$0,25 < R \leq 0,50$
B.....	$0,50 < R \leq 0,75$
B-.....	$0,75 < R \leq 1,00$
C.....	$1,00 < R \leq 1,50$
D.....	$1,50 < R \leq 2,00$
E.....	$2,00 < R \leq 2,50$
F.....	$2,50 < R \leq 3,00$
G.....	$R > 3,00$

(MCDEQAI)

5.5. RELAÇÃO ENTRE AS NECESSIDADES ENERGÉTICAS PROJECTADAS E O CONSUMO REAL DE ENERGIA

Conforme os estudos bibliográficos revelam (ver Fig.2.9), assume-se que a climatização e AQS são responsáveis 45,5 % do consumo final de energia nos alojamentos em

Portugal. Partindo deste pressuposto, a equação que permite validar o modelo face ao consumo global de energia para um determinado ano é apresentada a seguir:

$$\frac{Nf_{AQS+Climatização}}{Nf_{total}} = 0,455 \quad (5.13)$$

Em que: $Nf_{AQS+climatização}$ corresponde as necessidades de energia final para produção de AQS e climatização nos alojamentos e Nf_{total} consumo de energia final nos alojamentos.

5.6. EMISSÕES DE GEE

O GHG Protocol (de agora em diante designado por protocolo) estabelece um conjunto de conceitos dos quais se destacam:

- **Projecto GEE:** consiste em uma actividade específica ou um conjunto de actividades destinadas a reduzir as emissões de GEE ou aumentar o armazenamento de carbono, ou ainda intensificar a remoção de GEE da atmosfera (...);
- **Actividade de projecto:** acção específica ou intervenção que levem à mudança de emissões, remoções ou armazenamento de GEE;
- **Casos de referência:** são tecnologias alternativas ou práticas, dentro de uma área geográfica específica e alcance temporal, que poderia fornecer o mesmo produto ou serviço como uma actividade de projecto;
- **Cenário de referência:** é um caso de referência para actividade de projecto;
- **Fonte de emissões:** qualquer processo que liberta GEE para atmosfera;
- **Reduções de GEE:** qualquer redução nas emissões de GEE ou remoções de GEE da atmosfera, relativa às emissões do cenário de referência;
- **Efeitos de GEE:** são mudanças nas emissões de GEE, remoções ou armazenamento causadas por uma actividade de projecto. Existem dois tipos de efeitos de GEE;

- **Efeitos primários:** é definido como uma mudança em relação às emissões face ao cenário,
- **Efeitos secundários:** é uma mudança de emissões não intencional causada por uma actividade de projecto;

De acordo com o Protocolo a redução de emissões associada a uma actividade de projecto é quantificada através do somatório dos seus efeito(s) primário(s) e efeitos secundário(s) significativo(s). A redução de emissões de um projecto de GEE é o resultado da soma das reduções das actividades desse projecto.

A redução de GEE (RGEE) definida pelo Protocolo é dada pela equação seguinte:

$$RGEE (tCO_2eq)_y = \sum_z AP_{zy} \quad (5.14)$$

Onde, RGEE_y é a redução das emissões GEE em tonelada de CO₂ equivalente do Projecto GEE no y e AP_{zy} é a redução de GEE associada à Actividade de Projecto z do Projecto GEE no ano y.

A utilização da Eq.5.15 para projectar e/ou estimar as emissões requer ainda caracterizar as diferentes componentes da AP_{zy} apresentadas nas equações que se seguem:

$$AP_{zy} = EP_{zy} + ES_{zy} \quad (5.15)$$

Onde EP_{zy} e ES_{zy} correspondem aos efeitos primário e secundário(s), respectivamente, da AP_{zy}.

O efeito primário é determinado de acordo com a equação 5.17.

$$EP_{pzy} = \sum_p (ECR_{pzy} - EAP_{pzy}) \quad (5.16)$$

em que: ECR_{pzy} representa as emissões de GEE do cenário de referência, z, e EAP_{pzy} as emissões de GEE de actividade do projecto, z, associadas ao efeito primário, p, no ano, y.

A expressão que permite contabilizar os efeito(s) secundário(s) é exactamente igual à utilizada para determinar o efeito primário, mudando apenas a designação, p, por, s.

Tendo em conta a natureza do projecto GEE analisado neste trabalho, a expressão que permite projectar as emissões de uma actividade de projecto e/ou cenário de referência é apresentada a seguir:

$$EGEE_{zy} = S_{zy} \times FE_{zy} \quad (5.17)$$

Onde: $EGEE_{zy}$ representa as emissões de GEE de uma actividade de projecto ou cenário de referência z no ano y; S_{zy} é o consumo de energia associado à actividade de projecto ou cenário de referência z no ano y e FE_{zy} é o factor de emissões para o consumo de energia S_{zy} .

6. APLICAÇÃO DO MODELO

Neste capítulo validar-se-á o modelo no que se refere à projecção das necessidades energéticas para produção de AQS e climatização nos alojamentos residências em Portugal. Após validação, utilizar-se-á o modelo para analisar o impacte associado ao incentivo para utilização da biomassa para produção de AQS e aquecimento no sector.

A parte final deste capítulo é reservada à análise do efeito do incentivo para utilização de energia renovável para AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal, onde são analisados comparativamente duas tecnologias: Sistema solar térmico e caldeiras para utilização da biomassa.

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A primeira etapa inerente à aplicação do modelo apresentado no Capítulo anterior prende-se com a sua validação. A validação do modelo é efectuada, projectando o consumo de energia final nos alojamentos em Portugal, utilizando indicadores do ano 2007 e simultaneamente analisando as necessidades projectadas tendo em conta a classificação energética dos alojamentos e o padrão do consumo de energia final nos alojamentos. Os fundamentos e indicadores necessários, bem como as considerações e os critérios estabelecidos para se efectuar esta validação encontram-se apresentados no Subcapítulo 6.2.

A aplicação do modelo para a determinação das necessidades energéticas tendo em vista a introdução de sistemas a biomassa nos alojamentos, requer de antemão uma caracterização concreta de um conjunto de condições e características através do qual se obtêm as variáveis de entrada requeridas pelo modelo. A caracterização e as considerações efectuadas, assim como os resultados obtidos tendo em vista a concretização deste objectivo, encontram-se apresentadas no subcapítulo 6.3. As definições e considerações que permitem projectar as emissões de GEE, assim como os resultados obtidos nesse domínio são igualmente apresentados no Subcapítulo 6.3.

A última parte deste Capítulo recai sobre a comparação entre os impactes associados ao SIF proposto para biomassa versus MST-2009, recorrendo a comparações e análises económicas, sociais, energéticas e ambientais das duas soluções.

6.2. VALIDAÇÃO DO MODELO

A validação do modelo passa por analisar os comportamentos dos resultados alcançados no âmbito das projecções das necessidades energéticas em comparação com os indicadores existentes. Estabeleceram-se três critérios para se avaliar estes comportamentos, designadamente o critério que incide sobre a classe energética dos alojamentos, o que reflecte os consumos energéticos de um determinado ano (neste caso o ano 2007) e o que recai sobre a estrutura de utilização final de energia.

Apresentar-se-á de seguida a caracterização do parque habitacional e a sua ocupação tendo em vista a determinação das variáveis de entrada requeridas pelo modelo.

6.2.1. Caracterização dos alojamentos em Portugal

Em 2007, o parque habitacional português foi estimado em 3,4 milhões de edifícios e cerca de 5,6 milhões de alojamentos (INE, I.P., 2008a). Os processos de edificação, nomeadamente alojamentos existentes por época de construção em Portugal até 2007 podem ser sintetizados com a seguinte informação: 33,5 % de alojamentos foram construídos antes de 1971 e 20,6 % depois de 1945. Nas últimas quatro décadas o surto construtivo e os ritmos de ocupação do solo foram muito elevados, pois 66,5 % dos alojamentos clássicos, existentes em 2007, foram construídos entre 1971 e 2007. Cerca de 33 % dos alojamentos em Portugal foram construídos a partir de 1991. Os alojamentos construídos a partir de 2002 representam cerca de 10,2 % dessa estrutura (INE, I.P., 2003; INE, I.P., 2008a). Na Tabela 6.1 encontra-se apresentada a distribuição dos alojamentos por época de construção em Portugal

Tabela 6.1: Alojamentos clássicos existentes por época de construção em Portugal até ao ano de 2007.

Época (Anos)	Alojamentos	(%)
Antes de 1945	722.824	12,9
1945-1970	1.148.875	20,6
1971-2001	3.148.875	56,3
2002-2007	569.796	10,2
Total	5.590.370	100,0

(INE, I.P., 2003; INE, I.P., 2008a)

Analisando a distribuição dos alojamentos pelas várias regiões do País, relativamente ao ano 2007, verifica-se que cerca de 32,4 % dos alojamentos se situavam na região Norte. O Centro, por seu lado, representava 24,6 % do total dos alojamentos, enquanto que a região de Lisboa tinha uma proporção de 24,9 %. As restantes regiões representavam, em conjunto, menos de 1/5 (cerca de 18,1 %) do total dos alojamentos existentes (INE, I.P., 2008a).

Na Tabela 6.2, onde se encontram compilados os indicadores referidos no parágrafo anterior, apresenta-se também a distribuição regional dos agregados familiares e a distribuição de sistemas solares (distribuição de sistemas obtidos no âmbito de MST-

2009). No que concerne a comparações dos indicadores, verifica-se uma grande convergência entre a distribuição dos agregados familiar e dos alojamentos pelas regiões em Portugal, exceptuando as regiões de Lisboa e Algarve com discrepâncias assinaláveis.

Observando as informações apresentadas na tabela referida, denota-se uma discrepância nítida entre a representatividade dos alojamentos por região e as instalações efectuadas no quadro âmbito da MST-2009. A região Norte e Lisboa apresentavam níveis de instalações solares inferiores à distribuição de alojamento e de agregados familiares (cerca de metade). Em sentido contrário, a representatividade dos sistemas solares instalados na região Centro era praticamente o dobro da alojamentos e dos agregados familiares existentes na região.

Segue-se na Tabela 6.2 os indicadores que suportam as descrições apresentadas.

Tabela 6.2: Distribuição dos alojamentos, agregado familiar e instalações de sistemas solares térmicos (MST-2009) por regiões em Portugal.

Região	Representatividade (%)		
	Alojamentos 2007	Agregado familiar 2005/2006	MST-2009
Norte	32,4	33,2	17,5
Centro	24,6	23,0	41,3
Lisboa	24,9	28,1	10,8
Alentejo	8,2	7,7	17,1
Algarve	6,9	4,2	6,3
Açores	1,8	1,9	0,6
Madeira	2,1	2,0	6,4

(INE, I.P., 2008a; AS, 2011b)

As divergências dos indicadores apresentados na tabela anterior demonstram que, para além da distribuição dos alojamentos por região, há um conjunto de factores que influencia as instalações dos sistemas nestes espaços. Mais adiante, nomeadamente na análise e caracterização de distribuição de sistemas a biomassa para

determinação/projecção das necessidades energéticas para climatização e AQS, serão analisadas ao pormenor as razões para as divergências aqui apontadas.

A distribuição dos alojamentos por categoria em termos de números de divisões e em termos de alojamentos de uso sazonal, residência secundária ou vagos encontra-se compilada na tabela 6.3.

Tabela 6.3: Tipologia de alojamentos residenciais em Portugal em 2007.

Tipos	Número	Representatividade (%)
T0	72.494	1,3
T1	381.969	7,9
T2	1.313.315	24,7
T3	1.454.895	26,2
T4	511.472	9,2
T5+	369.614	7,7
n.e	1.442.276	26,0
Total	5.546.035	100,00

n.e: À data dos Censos, tratam-se de Alojamentos de Uso Sazonal, Residência Secundária ou Vagos.
(INE, I.P., 2008a)

Como se pode observar na Tabela 6.3, em 2007, os alojamentos do tipo T2 e T3 dominavam o parque habitacional em Portugal, representando à data, 24,7 % e 26,2 % respectivamente (INE, I.P, 2008a). O conjunto T4 e T5 ou mais, representavam cerca de 17 % e apenas 9 % do total dos alojamentos estavam integrados nos grupos T0 e T1. Cerca de 26 % dos alojamentos que existiam no País pertenciam ao grupo n.e (INE, I.P, 2008a).

A ocupação referente ao ano de 2007 (ano do consumo energético utilizado para validação do modelo) foi de 1,90 habitantes por alojamento (INE, I.P, 2008a). Este valor abrange todos os alojamentos existentes (alojamentos residenciais e não residenciais) e ainda os alojamentos que pertencem ao grupo n.e, sendo por isso reajustada aos alojamentos residências habitáveis da seguinte forma:

- O total dos alojamentos habitáveis em Portugal é obtido através da diferença entre o número total dos edifícios e o número de *n.e* apresentados na Tabela 6.3. O resultado desta operação resume em **4.103.759 o número de alojamentos habitáveis em Portugal**.
- Utilizando a equivalência 5.590.370 alojamentos em Portugal, representava 1,90 habitantes por alojamentos, **para 4.103.759 alojamentos habitáveis, o indicador de habitantes era 2,6 por alojamento**.

De acordo com os indicadores do conforto apresentados num estudo sobre as despesas das famílias para o ano 2005/2007, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Estatísticas, a área total disponível (espaço útil entre paredes ou área útil do pavimento) média dos alojamentos em Portugal na altura era de 106,9 m² (INE, I.P., 2008b).

Globalmente, até aqui, foi caracterizado o parque habitacional em Portugal no ano de 2007 tendo em vista a aquisição dos indicadores que permitam projectar as necessidades energéticas para climatização e produção de AQS. Os resultados das projecções para climatização e AQS, tendo em conta as condições assumidas e as variáveis aqui caracterizadas encontram-se apresentados a seguir.

6.2.2. Projecção das necessidades energéticas em alojamentos

As necessidades energéticas projectadas e apresentados a seguir incidem sobre duas grandes formas de utilização final de energia em alojamentos em Portugal: climatização (aquecimento e arrefecimento) e AQS, considerando 2007 como o ano de referência.

6.2.2.1. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

Utilizando as Equações 5.1 a 5.4 e a área útil média do pavimento, projectara-se as necessidades energéticas nominais anuais de energia útil para aquecimento em alojamentos residenciais. Na Tabela 6.4, para diferentes factores de forma e em função das localizações dos alojamentos (distribuição por distritos onde entram a variável graus-dias), encontram-se compiladas tais necessidades.

Tabela 6.4: Projecção das necessidades energéticas nominais anuais para aquecimento em alojamentos residências em Portugal para o ano 2007.

Destritos	N.º inst.	GD	NI (GWh)			
			FF=0,50	FF=0,75	FF=1,25	FF=1,75
Açores	23.590	1.325	135,86	165,02	212,16	227,24
Aveiro	368.080	1.390	2.337,45	2.843,37	3.662,44	3.925,00
Beja	146.338	1.290	867,51	1.054,18	1.356,14	1.452,76
Braga	188.137	1.800	1.520,46	1.855,32	2.398,79	2.573,92
Bragança	49.166	2.850	615,32	753,88	979,44	1.052,59
Castelo branco	177.874	1.650	1.324,85	1.615,06	2.085,71	2.237,13
Coimbra	355.416	1.460	2.362,09	2.875,20	3.706,34	3.973,07
Évora	158.340	1.390	1.005,52	1.223,15	1.575,50	1.688,45
Faro	259.485	1.060	1.286,26	1.558,24	1.997,09	2.136,76
Guarda	74.824	2.500	825,87	1.010,84	1.311,74	1.409,18
Leiria	254.188	1.610	1.850,33	2.254,99	2.911,12	3.122,10
Lisboa	444.974	1.190	2.449,98	2.973,58	3.819,74	4.089,94
Madeira	261.968	1.180	1.431,31	1.736,97	2.230,90	2.388,58
Portalegre	79.956	1.740	625,92	763,49	986,70	1.058,58
Porto	368.742	1.610	2.684,21	3.271,25	4.223,06	4.529,13
Santarém	333.151	1.440	2.185,98	2.660,35	3.428,65	3.675,14
Setúbal	318.335	1.190	1.752,72	2.127,30	2.732,65	2.925,95
Viana do Castelo	77.970	1.760	616,95	752,65	972,83	1.043,75
Vila Real	32.115	2.660	376,16	460,63	598,10	642,64
Viseu	131.108	1.940	1.137,08	1.388,58	1.797,02	1.928,80
Total	4.103.759*	-	27.391,81	33.344,06	42.986,12	46.080,72

*Número total de alojamentos habitáveis em Portugal para o ano 2007.

(AS, 2011b; INE, I.P., 2008a; RCCTE, 2006)

Os graus-dias (GD) para regiões autónomas dos Açores e da Madeira, foram determinados através das Eq. 5.6 e 5.8, respectivamente, considerando a altitude (z) 450 e 500 metros. A atribuição das altitudes deve-se à distribuição dos arquipélagos por altitude e sobretudo à distribuição do aglomerado populacional. Na região dos Açores, mais de 70 % do arquipélago situa-se abaixo de 600 m e geralmente a população está concentrada nas litorais, zonas de baixa altitude (Fernandes, 2004). Para mais

informação relativamente a este assunto, apresenta-se a orografia da ilha mais representativa em termos de habitantes na região no anexo V. No Google maps pode ser consultada a ocupação do solo na região. Relativamente à região da Madeira, a população habita preferencialmente a zona litoral com altitude entre 0-600 m (consultar a carta topográfica da região apresentada no anexo IV e Google maps da região).

As necessidades energéticas compiladas na tabela anterior, foram estabelecidas, considerando que as condições do ambiente interior, apresentadas no Capítulo 4 são mantidas durante todos os meses de aquecimento (24h por dia), sendo por isso, necessário estabelecer um factor de utilização (FU), que traduza as necessidades energéticas reais associadas ao aquecimento residencial. Como pode ser observado pela Eq.5.11, para a determinação das necessidades energéticas reais para aquecimento, o Regulamento define $FU=0,1$.

Partindo desta condição, as necessidades energéticas anuais reais de energia para aquecimento durante todo o período de aquecimento projectada em função do FF para alojamentos em Portugal no ano 2007 entram-se compiladas na Tabela 6.5

Tabela 6.5: Projecção das necessidades energéticas reais anuais para aquecimento em alojamentos residências em Portugal para o ano 2007 em função do FF.

FU	FF	Ni (GWh)
0,1	0,50	2.739,18
	0,75	3.334,41
	1,25	4.298,61
	1,75	4.608,07

6.2.2.2. Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento

Recorrendo às necessidades energéticas apresentadas na Tabela 5.2 (V1, V2 e V2 para região norte e sul e, para regiões autónomas dos Açores e da Madeira) e, ainda, utilizando a área útil média do pavimento e a distribuição dos alojamentos por distrito, projectaram-se as necessidades energéticas anuais para arrefecimento para o ano 2007, apresentadas na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Projectão das necessidades energéticas nominais anuais para arrefecimento em alojamentos residências em Portugal para o ano 2007.

Destritos	N.º instalações	Região norte			Região sul			Nv (GWh)
		V1	V2	V3	V1	V2	V3	
Açores	23.590							52,96
Aveiro	368.080	X						629,56
Beja	146.338						x	500,59
Braga	188.137		X					362,01
Bragança	49.166		X					94,60
Castelo branco	177.874			x				494,38
Coimbra	355.416		X					683,89
Évora	158.340						x	541,65
Faro	259.485					x		887,65
Guarda	74.824	X						127,98
Leiria	254.188	X						434,76
Lisboa	444.974					x		1.522,17
Madeira	261.968							644,10
Portalegre	79.956						x	273,51
Porto	368.742	X						630,70
Santarém	333.151						x	1.139,64
Setúbal	318.335					x		1.088,96
Viana do Castelo	77.970	X						133,36
Vila Real	32.115		X					61,80
Viseu	131.108		X					252,28
Total	4.103.759*	-						10.556,56

De acordo com o Regulamento, o FU definido para converter as necessidades de energia útil nominais anuais para arrefecimento é rigorosamente igual ao utilizado para aquecimento. Este factor, aplicado ao resultado apresentado na Tabela anterior, estabelece **1.055,66 GWh** como necessidades reais de energia útil para arrefecimento dos alojamentos em Portugal para o ano 2007.

6.2.2.3. Necessidades nominais de energia final para AQS

Na secção 5.3.3 foram apresentadas as informações que permitem projectar as necessidades de energia final para produção de AQS nos alojamentos. Com base nas informações apresentadas naquela secção e no número de agregados familiares

apresentado na Secção 6.2.1, utilizando a Eq.5.9 (negligenciando a área útil média do pavimento), as necessidades energéticas anuais para preparação de AQS no conjunto de alojamentos considerados, projectadas para o ano 2007 situaram-se em **12.618,07 GWh**.

6.2.2.4. Necessidades globais de energia para climatização AQS e validação dos resultados

As necessidades globais anuais de energia para climatização e AQS para diferentes factores de forma apresentadas na Tabela 6.7 foram obtidos da seguinte forma:

- As necessidades globais representam o somatório das necessidades energéticas para aquecimento, arrefecimento e AQS determinados nas três secções anteriores;
- Realça-se ainda que as necessidades para climatização vêm sob forma de energia útil e AQS sob forma de energia final. Por defeito, considerou-se que a eficiência nominal média de conversão de energia final para energia útil dos sistemas de climatização é igual a 1,00.

Tabela 6.7: Necessidades globais de energia final em função de *FF* projectadas para o ano 2007.

FF	Nt (GWh)
0,50	16.412,91
0,75	17.008,14
1,25	17.972,34
1,75	18.282,43

Estes resultados vão ser analisados tendo em conta a classe energética dos alojamentos, o consumo energético associado à climatização e produção de AQS e a repartição de utilização final de energia nos alojamentos em Portugal.

No que diz à classe energética dos alojamentos, de acordo com as definições apresentadas no subcapítulo 5.4, as necessidades energéticas projectadas dizem respeito à classe energética B⁻. De acordo com ADENE a classificação energética dos alojamentos por época de construção apresenta o perfil exibido na Fig.6.1.

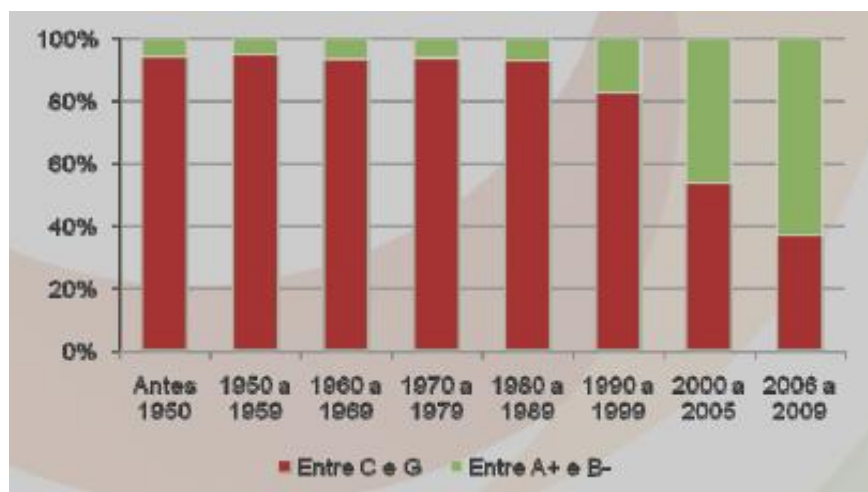


Figura 6.1: Classe energética dos alojamentos em Portugal por época de construção (ADENE, 2010).

Observando a figura anterior e ainda tendo em conta a distribuição dos alojamentos por ano de construção apresentada na Tabela 6.1 conclui-se que:

- Mais de 80 % dos alojamentos construídos antes do ano 2000 são de classe energética C ou inferior;
- Cerca de 60% dos alojamentos mais recentes (sobretudo os alojamentos construídos a partir de 2006) possuem classe energética entre A⁺ e B⁻;

Seguidamente são apresentados a representatividade dos alojamentos certificados por época de construção.

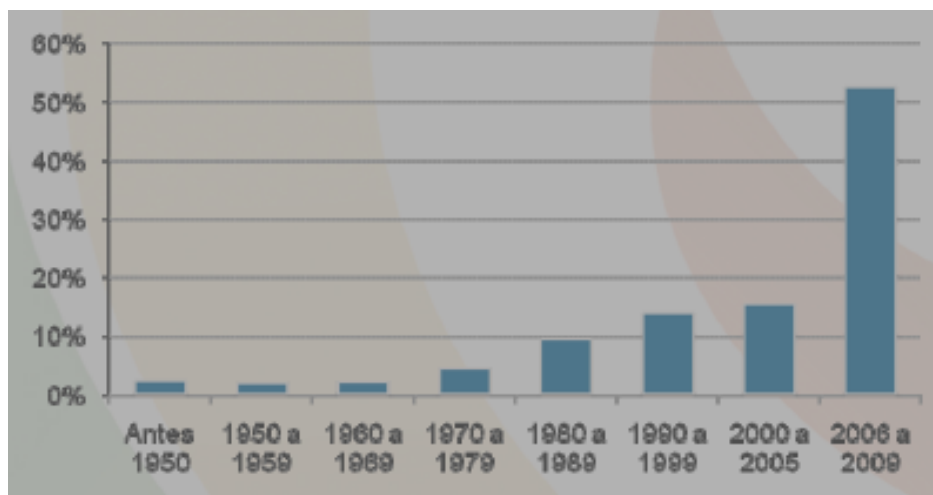


Figura 6.2: Representatividade dos certificados energéticos emitidos por época de construção até ao ano 2009 em Portugal (ADENE, 2010).

A distribuição da classe energética dos certificados emitidos que incide na sua maioria sobre os edifícios construídos a partir de 2006 (cerca de 50 %) é apresentada na Fig.6.2.

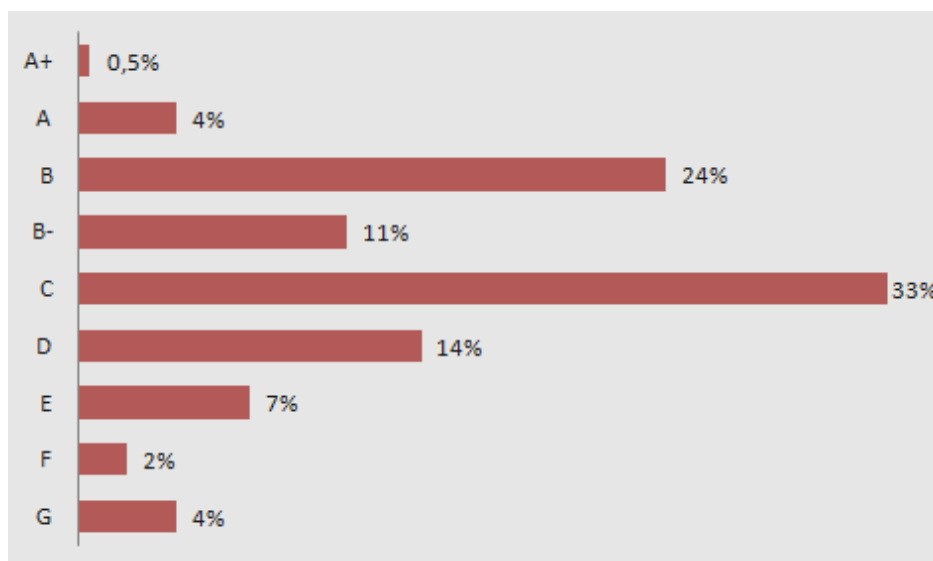


Figura 6.3: Classificação energética dos alojamentos certificados até ao ano 2009 (ADENE, 2011; PCS, 2011).

De acordo com as informações apresentadas na Figura 6.3 anterior verifica-se que cerca de 60 % dos alojamentos certificados apresentam classe energética inferior a B⁻

Importa referir ainda que o Regulamento permite projectar as necessidades energéticas para um limiar de conforto que muitas vezes os consumidores não conseguem suportar.

Conforme estabelecido na Eq.5.13, a quota parte do consumo de energia final que se destina à produção de AQS e ao aquecimento, relativamente ao consumo total de energia final nos alojamentos, ronda 45,5 %. Tendo em vista a validação do modelo no que se refere ao indicador referido, determinaram-se a relação entre as necessidades energéticas projectadas (consideradas como o consumo de energia final) e o consumo global de energia final nos alojamentos registado no ano 2007.

O procedimento utilizado tendo em vista a determinação do parâmetro referido conheceu as seguintes etapas:

- Utilizando a distribuição do consumo de energia apresentado na Fig.2.8 e factores de conversão dados pela [DGE & INE, I.P., 2011](#) (1 tep = 41,868 GJ, excepto para a electricidade, em que 1 tep = 41,86047 GJ) converteu-se **3.213,03 ktep** para **37.394,47 GWh** (1MJ=0,278kWh).
- Recorrendo à Eq.5.13 determinou-se o quociente entre os consumos de energia final projectados relativamente ao consumo total de energia final nos alojamentos registados no ano 2007.

Apresentam-se na Tabela 6.8 os resultados obtidos no âmbito da análise efectuada.

Tabela 6.8: Eficiência nominal global para climatização que permite converter as necessidades energéticas projectadas em consumo de energia para AQS e climatização nos alojamentos para o ano 2007.

FF	($N_{f_{AQS+climatização}}/N_{f_{total}}$) (%)
0,50	41,60
0,75	43,12
1,25	45,56
1,75	46,34

Analisando os resultados apresentados na Tabela 6.8 à luz do peso do consumo de energia final associado à climatização e AQS relativamente ao consumo de energia final nos alojamentos no ano 2007 conclui-se os consumos projectados pelo modelo aproximam-se do consumo real. Contudo é necessário analisar a estrutura do consumo projectado (AQS e climatização) relativamente ao padrão apresentado na Fig.2.9.

Na Tabela 6.9, apresenta-se a estrutura de energia final projectada relativamente ao consumo global de energia nos alojamentos (considerou-se que a eficiência nominal de energia útil para energia final, tanto para aquecimento, como para arrefecimento correspondem a 100 %).

Tabela 6.9: Estrutura das necessidades de energia final em função de FF projectada para o ano 2007.

FF	Necessidades energéticas	Estrutura de energia útil (%)
0,50	Aquecimento	7,6
	Arrefecimento	2,9
	AQS	34,9
Total	-	45,5
0,75	Aquecimento	9,0
	Arrefecimento	2,8
	AQS	33,7
Total	-	45,5
1,25	Aquecimento	10,9
	Arrefecimento	2,7
	AQS	31,9
Total	-	45,5
1,75	Aquecimento	11,5
	Arrefecimento	2,6
	AQS	31,4
Total	-	45,5

Observando os resultados apresentados na Tabela 6.9, Conclui-se que a estrutura das necessidades apresentadas para AQS e climatização (aquecimento + arrefecimento), para diferentes *FF* está longe do perfil apresentado na Fig.2.9.

A maior divergência relativamente à estrutura apresentada na Fig.2.9 incide sobre o aquecimento e arrefecimento ambiente. De acordo com os estudos de consumo de energia nos alojamentos em Portugal apenas 23 % dos alojamentos em Portugal utilizam equipamentos para arrefecimento. No âmbito das projecções considerou-se que todos os alojamentos utilizam estes equipamentos.

Uma das razões para a divergência acentuada do consumo para aquecimento relativamente ao perfil apresentado na Fig.2.9 incide sobre FU. $F = 0,1$ o que significa que durante todo o mês de aquecimento, as condições de conforto (temperatura interior igual a 20 °C) são mantidas durante 24h por dia. Outra razão incide sobre a eficiência nominal de conversão, pois a eficiência média de conversão de energia final para energia útil associada aos sistemas de climatização em Portugal é inferior a 1,00. A adopção da eficiência nominal média inferior ao valor considerado (aproximação ao valor real) permite atenuar a divergência referida. O aumento do peso de consumo de energia associada ao aquecimento passa em grande medida pelo aumento diário das horas de aquecimento, ou seja, FU superior a 0,1. Há que considerar também as características nos alojamentos, nomeadamente o isolamento térmico (tendo em conta a época de construção dos alojamentos em Portugal, intui-se que as características associadas ao isolamento térmico estão longe do padrão considerado pelo Regulamento).

No que se refere à produção de AQS, a divergência entre o valor projectado face à estrutura apresentada na Fig.2.9 pode estar associada a uma utilização de AQS abaixo do padrão estabelecido pelo Regulamento.

Apesar das estruturas das necessidades energéticas (consumo de energia final) projectadas divergirem do padrão estabelecido pela Fig.2.9, a projecção do consumo de energia final no conjunto analisado aproxima-se da média nacional. Partindo desta observação, e tendo em conta que as necessidades energéticas projectadas incidem sobre a classe B⁻, considera-se que o modelo permite projectar o consumo de energia em Portugal. Em termos médios, devem ser reajustadas as variáveis que permitem projectar o consumo associado à produção de AQS para valores inferiores e aquecimento para valores superiores.

Este facto não consubstancia de maneira alguma que a classe média dos alojamentos em Portugal é B⁻, Pelo contrário, demonstrou-se na Fig.6.1 que a classe energética dos alojamentos é inferior o que permite concluir que o consumo real de energia para AQS e climatização em Portugal está aquém das necessidades reais.

Os resultados do modelo aproximam-se mais da realidade quanto maior for o grau de conhecimento ao nível das variáveis de entrada requeridas pelo modelo. Por exemplo uma amostragem representativa ao nível de distribuição dos alojamentos por classe

energética e respectiva distribuição pelo território permitiria uma maior aproximação dos resultados. Não existem indicadores que permitam conhecer o factor de forma médio dos alojamentos. Face a estes confrangimentos e considerando o argumento, as considerações e as justificações apresentados nos três domínios definidos para validar o modelo, considera-se o modelo válido para projectar as necessidades energéticas para AQS e climatização nos alojamentos em Portugal. Importa salientar que a aplicação do modelo a um caso de estudo concreto permite uma maior aproximação dos resultados projectados face ao consumo real dado que a aplicação a esse nível permite definir e/ou conhecer melhor as variáveis de entrada requeridas.

6.3. APLICAÇÃO DO MODELO AO CASO DE ESTUDO

A determinação de indicadores que permitem avaliar o impacte energético, económico e ambiental associado ao incentivo para utilização da biomassa para aquecimento e AQS nos alojamentos residências face à MST-2009, requer de antemão a caracterização:

- I. Da tecnologia utilizada no âmbito do SIF (caldeira a *pellets*) face à tecnológica convencional;
- II. Do tipo de SIF preconizado e a sua magnitude relativamente ao custo de aquisição da tecnologia;
- III. Do Público-alvo considerado;
- IV. Do cenário de referência que permita projectar a redução de GEE associado à actividade do projecto GEE considerado neste estudo.

6.3.1. Caracterização das tecnologias

6.3.1.1. Caldeiras a pellets

Nas caldeiras a biomassa (resíduos florestais), a nova tendência para aquecimento e produção de AQS nos alojamentos contempla fundamentalmente dois tipos de sistemas: os sistemas que utilizam a biomassa sob a forma de “estilha” e os que utilizam combustível na forma de *pellets*. Estes últimos poderão ser utilizados preferencialmente nas zonas urbanas pelas razões referidas anteriormente (logística, características do combustível). O outro sistema poderá ser utilizado em zonas predominantemente rurais.

Numa mudança de uma tecnologia convencional para uma tecnologia a biomassa no âmbito analisado, para além do custo de investimento acrescido quando comparado ao sistema convencional, há que considerar, ainda, as resistências relativamente às

exigências associadas à operacionalidade dos sistemas. Uma política de incentivo deve ter em linha conta estes constrangimentos e simultaneamente mobilizar estratégias para os contornar. Se por um lado, os incentivos financeiros permitem minorar o custo global na aquisição dos sistemas, por outro, já não é linear considerar que todas as soluções apresentam as mesmas facilidades operacionais.

A tecnologia das caldeiras a biomassa que utilizam *pellets* apresenta condições logísticas e operacionais próximas dos sistemas convencionais, contribuindo desta forma para minorar as resistências ao conforto operacional exigido pelos utilizadores. Nesse segmento tecnológico, os sistemas com configurações automáticas são aquelas que apresentam melhor e maior conforto operacional para os utilizadores.

Face ao exposto, seria descabido não considerar soluções automatizadas para utilização na biomassa sob forma de *pellets* nos alojamentos em Portugal. De uma forma geral, a potência dos sistemas para aquecimento de espaços e produção de AQS utilizados nos alojamentos varia entre 1 a 20 kW (Auinger *et al.*, 2010; IEA, 2010). Há uma forte convergência relativamente aos preços praticados nos diferentes mercados, sendo a relação potência/custo apresentada na Tabela 3.5.

A instalação de um sistema a biomassa com as características apontadas neste trabalho requer espaço considerável dentro de uma residência. A condição espaço por si só estabelece a tipologia de alojamentos que melhor reúnem as condições para acolher estes sistemas. Considerando que existem dois tipos de alojamentos residenciais em Portugal, os designados por apartamentos em prédios e as moradias, facilmente, se intui que as segundas são as únicas que reúnem condições de espaço para instalação de tal sistema.

Identificado o segmento habitacional, interessa projectar as características do sistema em termos de capacidade de produção de energia requerida. De acordo com inúmeras consultas bibliográficas e contactos com comercializadores destas tecnologias, observou-se que a potência típica para estas situações ronda os 15-20 kW (Raiz Verde, 2011). O preço de referência destes sistemas praticado em Portugal e utilizado neste trabalho é 10.000 € (Martins, 2011).

6.3.1.2. Sistemas convencionais para aquecimento e produção de AQS

Conforme apresentado na Fig.2.10 e 2.11 o tipo de equipamento utilizado na produção de AQS e aquecimento é variável. No entanto, para os cálculos dos impactes associados aos incentivos analisados neste trabalho, considera-se a fracção associada ao consumo de gás natural.

Os sistemas/equipamentos convencionais utilizados para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal são diversificados. Apresentaram-se nas Fig.2.12 e 2.13 as taxas de penetração dos equipamentos utilizados para estes fins. Pelas características do público-alvo, a taxa de presença destes equipamentos podem ser ligeiramente diferentes da média nacional. No entanto, são consideradas as taxas apresentadas nas figuras referidas para avaliar os impactes associados à utilização das energias renováveis nos alojamentos.

Relativamente à caracterização dos vectores energéticos utilizados para aquecimento e produção de AQS do público-alvo são considerados os perfis apresentados nas Fig.2.10 e 2.11.

6.3.2. Caracterização do SIF adoptado

A subvenção directa é o sistema de incentivo adoptado para incentivar à utilização do sistema considerado neste trabalho. A primeira razão pela escolha da subvenção deve-se à análise comparativa entre os efeitos da subsidiação de tecnologia solar versus caldeiras para utilização da biomassa para produção de AQS e aquecimento dos domicílios em Portugal, onde no âmbito da MST-2009 se utilizou este instrumento de incentivo. A segunda razão para esta escolha, justifica-se pelos resultados positivos alcançados no âmbito da MST-2009 (das 65 mil instalações previstas, instalaram-se 59.580 sistemas nos alojamentos e 578 sistemas no quadro de alargamento da medida às associações e a instituições particulares de solidariedade social, entidades equiparadas e clubes e associações desportivas (AS, 2011b).

À semelhança do que se estabeleceu no âmbito da MST-2009, o montante global de incentivo considerado é de 95 milhões de euros.

A definição de subvenção por sistema foi determinada tendo em conta o custo global do sistema, a prática de mercado austríaca e a subvenção concedida no âmbito da MST-2009 (em termos gerais as subvenções cobrem cerca de 30 % do custo da aquisição do sistema). Estabeleceu-se uma subvenção de 3.166,60 euros por sistema. Esta subvenção permite cobrir cerca de 30 % do investimento total da aquisição do sistema e tendo em conta o montante global de incentivo permite subsidiar cerca de 30.000 sistemas.

6.3.3. Caracterização do público-alvo

Na Secção 6.3.1, apresentaram-se algumas considerações relativamente ao público-alvo, apontando os alojamentos sitos em moradias como os receptores mais apropriados para o sistema equacionado neste trabalho.

A identificação do público-alvo levanta uma outra questão que tem a ver com a caracterização deste tipo de alojamentos tendo em vista a determinação das necessidades energéticas postas em jogo neste trabalho.

6.3.3.1. Distribuição dos sistemas ao longo do território

A distribuição dos sistemas ao longo do território é decisiva para a aferição das variáveis necessárias para determinar as necessidades energéticas equacionadas neste trabalho. Para os sistemas a biomassa considerou-se uma distribuição análoga à obtida para sistemas solares térmicos no quadro da MST-2009, partindo de princípio que as características associadas ao público-alvo são análogas.

Utilizou-se o número total de sistemas solares térmicos e instalações por distrito no quadro da MST-2009 para se produzir a representatividade percentual dos sistemas instalados por distrito. Com base nessa representatividade, distribuem-se ao nível distrital os 30 mil sistemas a biomassa apresentadas na Tabela 6.10. Na mesma Tabela encontra-se apresentada a distribuição dos sistemas solares térmicos por distrito a partir da qual foi determinada a representatividade dos sistemas instalados (sistemas solares térmicos (MST-2009)) e dos sistemas a instalar (Caldeiras a Biomassa (CB)).

Tabela 6.10: Distribuição das instalações, MST-2009 e, por região e respectiva representatividade.

Distritos	Representatividade (%)	Nº de instalações	
		MST-2009	CB
Açores	0,57	285	172
Aveiro	8,97	4.447	2.691
Beja	3,57	1.768	1.070
Braga	4,58	2.273	1.375
Bragança	1,20	594	359
Castelo Branco	4,33	2.149	1.300
Coimbra	8,66	4.294	2.598
Évora	3,86	1.913	1.158
Faro	6,32	3.135	1.897
Guarda	1,82	904	547
Leiria	6,19	3.071	1.858
Lisboa	10,84	5.376	3.253
Madeira	6,38	3.165	1.915
Portalegre	1,95	966	585
Porto	8,99	4.455	2.696
Santarém	8,12	4.025	2.435
Setúbal	7,76	3.846	2.327
Viana do Castelo	1,90	942	570
Vila Real	0,78	388	235
Viseu	3,19	1.584	958
Total	100,00	49.580	30.000

(AS, 2011b)

Eventualmente, podia caracterizar-se a distribuição dos alojamentos ao longo do território nacional no sentido de projectar a distribuição dos sistemas a instalar por região e/ou concelho. Contudo, este exercício seria algo complexo uma vez que as variáveis que permitem apurar tal distribuição não se resumem apenas à questão distribuição dos alojamentos em Portugal. A esse nível, o resultado obtido no âmbito na MST-2009 face à distribuição dos alojamentos por região em Portugal apresentado na Tabela 5.2 é elucidativo.

O resultados associado à distribuição no âmbito da MST-2009 apresentado na Tabela 6.10 analisados à luz dos vários indicadores de habitação referentes ao ano 2006 como: características dos alojamentos, agregado familiar, nível de vida das famílias, níveis de consumo, entre outros aspectos, não são surpreendentes.

Em 2006, os indicadores de conforto demonstravam que a região Centro era aquela que apresentava maior percentagem de alojamentos do tipo “moradia independente” face aos alojamentos nos edifícios do tipo “apartamento”. As moradias independentes e geminadas na região Centro representam 57,3 e 23,8 % do total dos alojamentos, respectivamente, face aos 40,6 e 21,8 % assinaladas para média nacional (INE, I.P, 2008b).

A existência de garagem ou estacionamento na residência principal, assume maior importância relativa na região Centro (61,3 %, mais 15 pontos percentuais que no total do país). No que se refere à área total disponível, os alojamentos do centro detinham cerca de 116,1 m² e em média 4,6 divisões. A média nacional em relação a estes indicadores era: 106,9 m² e 4,2 divisões (INE, I.P, 2008b).

A despesa total anual das famílias, a preços correntes de 2005 a nível nacional foi de 17.607 € em média por agregado. A esse nível, a região Centro apresentava uma despesa abaixo da média, cerca de 15.958 €, ultrapassada apenas pela região autónoma da Madeira e pelo Alentejo (INE, I.P, 2008b). No entanto, a despesa global segregada em diferentes tipos (despesas com água, electricidade, gás e outros combustíveis), demonstrava que a região Centro liderava os itens: electricidade, gás e outros combustíveis com cerca de 810 € por agregado familiar face à média nacional (746 €); a preparação e conservação de habitação mereceram cerca de 77 € por agregado familiar na região, cerca de 12 € acima da média nacional (INE, I.P, 2008b).

Na categoria “Móveis, artigos de decoração, equipamento doméstico e despesas correntes de manutenção da habitação”, a região Centro liderava o item, “Ferramentas, máquinas e equipamento para casa e jardim” com cerca de 27 €, superior a média nacional, estimada em 18 € (INE, I.P, 2008b).

Relativamente aos indicadores relacionados com sistemas de regulação de temperatura no interior do alojamento, a nível regional, cerca de 8,5 % dos alojamentos tinham sistemas de aquecimento central. Mais uma vez, a região Centro detinha a maior proporção com cerca de 12,4 % dos alojamentos (INE, I.P, 2008b).

Os indicadores de habitação apresentados, demonstram que a região Centro, face às outras regiões dos Países, é aquela que melhores condições apresenta para albergar as caldeiras a biomassa. Este facto explica os resultados obtidos no âmbito da MST-2009 e fundamenta as projecções assumidas para sistemas a biomassa.

6.3.3.2. Características do alojamento e ocupação de alojamentos

Conforme referido na secção 6.3.1, a instalação de sistemas a biomassa com as características apontadas neste trabalho requerem espaço considerável dentro de uma residência. Tendo em conta este facto, identificaram-se alojamentos do tipo moradias como receptores destes sistemas. A caracterização destes alojamentos no que se refere à ocupação, área do pavimento e factor de forma considerados para projectar as necessidades energéticas tendo em vista a determinação dos impactes associados ao incentivo proposto encontram-se apresentadas a seguir:

- Considera-se $FF=1,5$;
- Área do pavimento 200 m^2 (cerca de dobro da média nacional);
- O número médio de pessoas por agregado familiar é 3,5 distribuído de acordo com as informações apresentadas na tabela 6.11.

Tabela 6.11: Composição do agregado familiar no conjunto de alojamentos que albergam o sistema.

30 mil alojamentos		
	Nº de indivíduos	Frequência (%)
	3	60
	4	30
	5	10
Média	3,5	-

Para atenuar a divergência entre a estrutura do consumo de energia nos alojamentos em Portugal apresentada na Fig.2.9 e a estrutura das necessidades energéticas projectadas através do modelo, considerou-se ainda $FU=0,15$ para aquecimento de espaço.

Os resultados obtidos de acordo com as variáveis/dados assumidos encontram-se apresentados na secção seguinte.

6.3.4. Apresentação dos resultados

6.3.4.1. Necessidades energéticas

As necessidades energéticas projectadas nesta Secção incluem AQS, aquecimento e arrefecimento de espaços. No entanto, tendo em conta as características do sistema considerado (caldeiras a biomassa para produção de calor), apenas o aquecimento e a produção de AQS são equacionados ao nível da determinação e avaliação dos impactes do incentivo proposto.

Seguindo o mesmo procedimento utilizado para projectar as diferentes necessidades energéticas ao nível da validação do modelo, ou seja:

- Distribuído os 30 mil sistemas ao longo do território nacional de acordo com o perfil alcançado no âmbito da MST-2009;
- Considerando as variáveis associadas às características dos alojamentos e a sua ocupação (número de agregados familiares, $FF=1,5$) para o público-alvo caracterizado;
- Considerando o FU para climatização 0,15 (aquecimento) e para arrefecimento 0,1;
- Considerando que a eficiência nominal de conversão de energia útil para energia final associada à climatização é 1 e;
- Utilizando as mesmas equações utilizadas para projectar as necessidades de energia para aquecimento, arrefecimento e AQS e factor de conversão de energia (GWh para ktep), projectaram-se as necessidades energéticas dos 30 mil alojamentos que alojarão os sistemas a biomassa considerada neste trabalho.

Os resultados das projecções referidas encontram-se compilados na Tabela 6.12.

Tabela 6.12: Projecção das necessidades de energia final para climatização e AQS no conjunto de alojamentos que albergam o sistema ao nível Nacional.

Necessidades	Energia final
	GWh
Aquecimento	95,15
Arrefecimento	14,44
AQS	124,17
Total	233,76

Os resultados apresentados na Tabela 6.12 vão ser analisados ao nível da capacidade de produção de energia útil pelos sistemas considerados. A potência dos sistemas considerados é 15 kW. Genericamente, de acordo com RCCTE, o período de aquecimento em Portugal ronda 6,5 meses. Partindo deste pressuposto e utilizando a potência máxima, no período crítico (aquecimento) o conjunto de 30 mil sistemas permite produzir cerca de 217,62 GWh¹³ de energia útil.

A energia necessária durante todo o período de aquecimento no conjunto de alojamentos, é dada pelo somatório das necessidades de energia para aquecimento e ½ das necessidades de energia para AQS (chama-se atenção que o período de aquecimento é de cerca de 6,5 meses, pelo que a produção anual de AQS tem que ser repartida ao meio para se poder contabilizar as necessidades energéticas nesse período). Aplicando este raciocínio aos dados apresentados na tabela 6.12, a energia necessária durante o período crítico seria 157,23 GWh. Face aos indicadores apresentados, projecção da capacidade de produção de energia útil e necessidades de energia no período crítico, conclui-se que a potência considerada (15 kW por sistema), com alguma margem de segurança, responde perfeitamente à demanda energética.

Conforme referido oportunamente, as necessidades energéticas projectadas neste trabalho dizem respeito à classe energética B⁻. Para as condições nacionais esta classe energética enquadra-se perfeitamente no perfil de consumo verificado em 2007. No entanto, os alojamentos considerados para instalação dos sistemas a biomassa apresentam características particulares quando comparados às características médias dos alojamentos ao nível nacional.

¹³ A capacidade de produção de energia útil projectada para o conjunto de sistemas considerados, teve em consideração: FU=0,15 para aquecimento.

Dado o poder de consumo e/ou o poder de compra associados às famílias que usufruem de condições que lhes permite optar por viver em alojamentos que pela suas características podem alojar os sistemas retratado neste trabalho, considera-se que o grau de conversão das necessidades energéticas em consumo efectivo de energia é superior a média nacional.

Pelos fundamentos apresentados nos últimos quatro parágrafos e ainda pela caracterização do parque habitacional no que se refere aos anos de construção dos alojamentos em Portugal, analisando os resultados obtidos e apresentados na Tabela 6.12 à luz da classe energética dos alojamentos, considera-se que estes podem estar subvalorizados. No entanto, à semelhança do que sucedeu no âmbito da validação do modelo, onde se justificou que as necessidades energéticas não correspondem ao consumo efectivo de energia, assumem-se como validos os valores apresentados na Tabela para analisar o efeito do incentivo para utilização da biomassa nos termos considerados neste trabalho.

6.3.4.2. Emissões de GEE

Relativamente às emissões de GEE, apresentam-se na Tabela 6.13 os factores de emissão para o consumo de energia final associadas aos vectores energéticos utilizados para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos. Neste estudo são determinados apenas os efeitos primários associados às actividades do projecto.

Tabela 6.13: Factores de emissão associado aos vectores energéticos.

Poluente	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Unidade	t/GWh*	kg/GWh*	kg/GWh*
Gasóleo	263,6	18,00	2,2
Gás natural	197,8	5,0	5,0
Biomassa	-	54,0	15,5
Solar térmico	0,0	0,0	0,0
Electricidade	375,3 (tCO ₂ eq/GWh)**		

*Adaptação: AMES (1TJ=0,278 GWh)

**Poluente com a designação de CO₂eq inclui CO₂, N₂O e CH₄ (estes dois últimos convertidos a CO₂ equivalente)

(AMES, versão para análise; APA, 2011)

Face aos dados disponíveis no que se refere aos factores de emissões, as emissões de GEE associados aos consumos/necessidades energéticas são determinados em termos de CO₂ equivalente considerando os poluentes seguintes: CO₂, CH₄ e N₂O. Os factores de conversão destes poluentes para CO₂eq (potencial de aquecimento global) considerados tendo em conta o horizonte de tempo 100 anos¹⁴ são: CO₂=1, CH₄=21. N₂O=310.

Para avaliação do impacte ambiental associada à utilização dos sistemas renováveis nos termos propostos neste trabalho consideram-se dois projectos de GEE apresentados a seguir:

- O primeiro projecto incide sobre a substituição de tecnologias convencionais por caldeiras a biomassa para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos.
- O segundo projecto incide a sobre substituição de tecnologias convencionais por sistemas solares térmicos para a produção de AQS nos alojamentos.

Apresentam-se nas Tabelas 6.14 e 6.15 os conceitos definidos Pelo protocolo aplicados aos projectos de GEE referidos.

Tabela 6.14: Aplicação dos conceitos do protocolo ao Projecto GEE1.

Projecto GEE1	Caldeiras a biomassa nos alojamentos
Actividades de projecto	1) Utilização da biomassa para produção de AQS e aquecimento de espaço
Cenário de referência	1) Utilização dos sistemas apresentados na Fig.2.13 para produção de AQS 2) Utilização equipamentos apresentadas na Fig.2.12 para o aquecimento do espaço

Tabela 6.15: Aplicação dos conceitos do protocolo ao projecto de GEE2

Projecto GEE2	Sistemas solares térmicos nos alojamentos nos alojamentos
Actividades de projecto	Utilização de energia solar para produção de AQS (sistemas solares térmicos)
Cenário de referência	Utilização de sistemas apresentados na Fig.2.13 para produção de AQS

¹⁴ Sendo o potencial de aquecimento global de CO₂ o mesmo ao longo do tempo, utilizou-se o potencial de aquecimento no horizonte de 100 anos, pois o N₂O apresenta um tempo de vida de cerca de 120 anos e CH₄ de cerca de 12 anos.

Para o projecto GEE1, a projecção de emissões de GEE para cenário de referência é efectuada com base nas considerações seguintes:

- Para o cenário de referência1:
 - O consumo energético para AQS é a apresentada na Tabela 6.12;
 - A repartição do consumo por vectores energéticos para produção de AQS é a apresentada Fig.2.11.
- Para o cenário de referência2:
 - O consumo energético para aquecimento de espaço é a apresentada na Tabela 6.12;
 - A repartição do consumo por vectores energéticos para aquecimento de espaço é a apresentada na Fig.2.10.

A projecção de emissões de GEE para Actividade de projecto incide sobre a utilização da biomassa para produção de AQS e aquecimento. O consumo de energia nesse caso é dado pelo somatório das necessidades referidas apresentadas na Tabela 6.12.

A projecção de emissões de GEE para os Cenários de referência e para Actividade de projecto é determinada através da Eq.5.17.

A projecção de redução de GEE é determinada com base nos resultados das emissões associadas aos cenários de referências face à actividade do projecto dada pela Eq.5.14.

As emissões GEE referentes aos Cenários de referência e Actividade de projecto, assim com redução de GEE para o projecto GEE1 encontram-se apresentadas na Tabela 6.16.

Tabela 6.16: Emissões e redução de emissões de GEE associadas ao projecto GEE1.

	Emissões de GEE (tCO ₂ eq)
Cenário de referência1	23,692.12
Cenário de referencia2	9.643,64
Actividade de projecto	1.310,76
Redução de GEE	32.025,00

Para o projecto GEE2, a projecção de emissões de GEE para cenário de referência é efectuada com base nas considerações seguintes:

- Para a produção de AQS o painel solar térmico deverá ter um depósito capaz de acumular pelo menos 140 litros (l) (40 l para 3,5 pessoas por alojamentos).
- Os sistemas solares térmicos comercializados em Portugal e instalados no âmbito da MST-2009 possuem depósitos de 200 e 300 l (a área ronda 2m²). Ao nível de produção de energia, em termos médios, estes sistemas fornecem cerca de 1.320 kWh/ano (AMES);
- Recorrendo à capacidade de produção de energia por sistema apresentado no ponto anterior, no âmbito da MST-2009, a produção anual de energia para produção de AQS no conjunto de sistemas instalados nos alojamentos (49.580 sistemas) ronda 65,45 GWh.
- As variáveis necessárias para se projectar as emissões de GEE para cenário de referência são:
 - O consumo energético para produção de AQS apresentado no ponto anterior.
 - A repartição do consumo por vectores energéticos para produção de AQS apresentada na tabela 6.12.
- Para actividade do projecto (utilização de sistemas solares térmicos) não se considera as emissões de GEE.

Com base nas considerações efectuadas, utilizando as Eq.5.14 e 5.17 conforme apresentada para o projecto GEE1, determinaram-se as emissões associadas ao cenário de referência e actividade do projecto, assim com a redução GEE do projecto.

Apresentam-se na Tabela 6.17 os resultados referidos no parágrafo anterior.

Tabela 6.17: Emissões de GEE e redução de emissões de GEE associadas ao projecto GEE1.

	Emissões de GEE (tCO ₂ eq)
Cenário de referência	12.488,12
Actividade de projecto	0,0
Redução de GEE	12.488,12

6.3.4.3. Efeitos económicos ao nível de utilizadores

Os efeitos económicos ao nível de utilizadores incidem sobre:

- A análise da factura energética do consumidor associada aos consumos energéticos para aquecimento e produção de AQS considerando os vários vectores energéticos para o efeito;
- A análise do investimento em caldeiras a biomassa face às tecnologias convencionais análogas para produção de AQS e aquecimento em simultâneo (caldeiras a gás e gasóleo) durante a vida útil do projecto;
- A análise do investimento em painéis solares térmicos face à redução da factura energética dos consumidores resultante da produção de AQS solar.

As variáveis necessárias para se determinar os efeitos associados à utilização das tecnologias renováveis analisadas neste estudo são: os custos das energias utilizadas; os custos de sistemas (nesse caso, apenas são considerados os sistemas que permitem produzir AQS e aquecimento em simultâneo e os sistemas solares térmicos), as necessidades energéticas para AQS e aquecimento e por último o horizonte do projecto (vida útil dos sistemas).

Para o estudo dos cenários apresentados nos pontos anteriores o horizonte do projecto considerado é de 20 anos. Recorreu-se ao trabalho desenvolvido pelo (Sá, 2009) para se caracterizar os custos dos combustíveis utilizados para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos. Para a análise dos investimentos em sistemas renováveis, em termos de consumo/produção de energia são considerados:

- As necessidades energéticas para aquecimento e produção de AQS projectadas para o público-alvo (necessidades por alojamentos) no caso da utilização das caldeiras de aquecimento central. Relativamente a este ponto, vai ser analisado o

payback do investimento em caldeiras a biomassa com e sem incentivos face à utilização das caldeiras que utilizam energias convencionais.

- A energia produzida pelos sistemas solares térmicos para analisar o investimento em sistemas solares para produção de AQS nos alojamentos. A análise sobre o investimento nesse caso é efectuada tendo em conta os vários vectores energéticos utilizados para produção de AQS.

Apresentam-se na Tabela 6.18 os preços e as características das caldeiras para aquecimento e AQS que utilizam energias convencionais (Sá, 2009) e caldeiras a biomassa caracterizadas neste trabalho.

Tabela 6.18: Características e preço de caldeiras para aquecimento central.

Tipo de caldeira	Caldeira	Potência (KW)	Eficiência (%)	Custo (€)
Gás propano ou gás natural (caldeira de pé)	ROCA G200 – GTA Conform	30,0	92	2.800,00
Gás propano ou gás natural (caldeira de pé)	ROCA LAURA 20	23,3	93,0	1.005,00*
Gasóleo	ROCA LIDIA 20	20,9	80,4	1.353,62
Pellets	-	15-20	90	10.000,00
<p>Inclui custo de depósito de superfície para o gasóleo com uma capacidade para 750 litros.</p> <p>(Sá, 2009)</p>				

Relativamente aos preços de energia para produção de AQS e aquecimento, apresentam-se na Tabela 6.19 os preços de combustíveis (Sá, 2009) e electricidade praticados em Portugal.

Tabela 6.19: Preços de energia por vectores energéticos para AQS e climatização.

Vectores energéticos	Preço médio (€/kWh)
Electricidade	~0,110
Gás natural	0,064
Gás propano	0,133
Gasóleo de aquecimento	0,065
Pellets	0,040

(Sá, 2009; ERSE, 2011)

Com base nos preços dos diferentes vectores energéticos apresentados na tabela anterior, projectaram-se os custos associados à uma utilização para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos caracterizados como público-alvo. Para além dos custos referidos, projectou-se também a redução da factura associada à utilização da biomassa face aos demais vectores energéticos. Os resultados das projecções referidas encontram-se apresentados na Tabela 6.20.

Consciente da penalização na projecção dos custos associados aos vectores energéticos cujos sistemas se caracterizam por uma elevada eficiência nominal de conversão face aos demais sistemas utilizados para produção AQS e climatização, a projecção é efectuada recorrendo ao consumo médio de um alojamento considerado como público-alvo (neste caso, o consumo é dado pela fracção das necessidades de AQS e aquecimento apresentadas na Tabela 6.12 por 30 mil alojamentos).

Importa referir ainda que as necessidades energéticas consideradas são expressas em termos de energia final. Por defeito, a eficiência nominal dos equipamentos utilizados para produção de AQS é definida pelo Regulamento (necessidades máxima de energia para produção de AQS). Para aquecimento a eficiência conversão dos sistemas considerados no âmbito das projecções foi 1,00.

Tabela 6.20: Custos anuais médios de energia para produção AQS e climatização associados aos diferentes vectores energéticos.

Vectores energéticos	Índices de custos anuais (€)	
	Factura energética	Redução face à pellets
Electricidade	652,37	415,15
Gás natural	379,56	142,34
Gás propano	788,78	551,55
Gasóleo de aquecimento	385,49	148,27
Pellets	237,23	-

No que se fere à análise do investimento em caldeiras a biomassa face às caldeiras que utilizam combustíveis convencionais (gasóleo e gás) durante a vida dos equipamentos, foram considerados as seguintes variáveis:

- O custo dos sistemas, conforme apresentado na Tabela 6.18;
- O custo de combustíveis, conforme apresentado na Tabela 6.19;

- As necessidades energéticas (AQS+aquecimento), conforme apresentadas na Tabela 6.15 (mais uma vez, nesse caso as necessidades têm que ser reajustada ao consumo de um alojamento);
- O custo anual de manutenção dos sistemas:
 - Caldeira a gás 25 € (Sá, 2009);
 - Caldeira a pellets 100 € (Sá, 2009);
 - Caldeira a gasóleo (50 €) (contacto com utilizadores);

Na Tabela 6.21 apresenta-se o *cash flow* de investimento em caldeiras a biomassa/pellets sem incentivo (S/ incentivo) e com incentivo (C/ incentivo) relativamente às caldeiras alimentadas a gás e a gasóleo para o público-alvo considerado.

Tabela 6.21: Comparativo da utilização das caldeiras a pellets considerado versus caldeiras a combustíveis convencionais: *cash flow* (em €).

Ano	Gás natural		Gás propano		Gasóleo	
	S/ incentivo	C/ incentivo	S/ incentivo	C/ incentivo	S/incentivo	C/ incentivo
1	-7099,54	-3932,88	-6595,11	-3428,45	-8513,61	-3925,57
2	-6924,09	-3757,43	-5915,22	-2748,56	-8330,85	-3742,81
3	-6748,63	-3581,97	-5235,32	-2068,66	-8148,08	-3560,04
4	-6573,18	-3406,52	-4555,43	-1388,77	-7965,31	-3377,27
5	-6397,72	-3231,06	-3875,54	-708,88	-7782,55	-3194,51
6	-6222,26	-3055,60	-3195,65	-28,99	-7599,78	-3011,74
7	-6046,81	-2880,15	-2515,76	650,90	-7417,01	-2828,97
8	-5871,35	-2704,69	-1835,86	1330,80	-7234,25	-2646,21
9	-5695,90	-2529,24	-1155,97	2010,69	-7051,48	-2463,44
10	-5520,44	-2353,78	-476,08	2690,58	-6868,71	-2280,67
11	-5344,98	-2178,32	203,81	3370,47	-6685,95	-2097,91
12	-5169,53	-2002,87	883,70	4050,36	-6503,18	-1915,14
13	-4994,07	-1827,41	1563,60	4730,26	-6320,41	-1732,37
14	-4818,62	-1651,96	2243,49	5410,15	-6137,65	-1549,61
15	-4643,16	-1476,50	2923,38	6090,04	-5954,88	-1366,84
16	-4467,70	-1301,04	3603,27	6769,93	-5772,11	-1184,07
17	-4292,25	-1125,59	4283,16	7449,82	-5589,35	-1001,31
18	-4116,79	-950,13	4963,06	8129,72	-5406,58	-818,54
19	-3941,34	-774,68	5642,95	8809,61	-5223,81	-635,77
20	-3765,88	-599,22	6322,84	9489,50	-5041,05	-453,01

No que se refere ao investimento em sistemas solares térmicos para o apoio na produção de AQS nos alojamentos, o consumo de energia evitada (consumo de energia convencional) é substituído pela energia produzida pelo sistema solar (1.320 kWh/ano). Para além dos custos associados aos diferentes vectores energéticos, a contabilização

do efeito associado à utilização de sistemas solares térmicos (*cash flow*) é efectuada utilizando as variáveis seguintes:

- O custo energético evitado (redução anual na factura energética) incide sobre a energia produzida pelo sistema solar térmico apresentado anteriormente;
- O custo de sistema solar considerado é 2.800 € (custo médio de sistemas termossifão de 200 litros com módulo solar) (AS, 2011c);
- O incentivo considerado corresponde à subvenção estabelecida no âmbito da MST-2009 (1641,70 €) (EP, 2009).

O *cash flow* associado à utilização dos sistemas solares térmicos no apoio a produção de AQS é apresentado na Tabela 6.22. Os resultados projectados incidem sobre os diferentes vectores energéticos e considerando a aquisição dos sistemas sem qualquer incentivo (S/ incentivo) e com incentivo (C/ incentivo).

Tabela 6.22: Comparativo da utilização dos sistemas solares térmicos no apoio a produção de AQS: *cash flow* (em €) durante vida útil do sistema face à utilização de energia e energia convencional para o efeito.

Ano	Electricidade		Gás natural		Gás propano		Gasóleo de aquecimento		Pellets	
	S/ Incentivo	C/ incentivo	S/ Incentivo	C/ incentivo	S/ Incentivo	C/ incentivo	S/ Incentivo	C/ incentivo	S/ Incentivo	C/ incentivo
1	-2.654,80	-1.013,10	-2.715,52	-1.073,82	-2.624,44	-982,74	-2.714,20	-1.072,50	-2.747,20	-1.105,50
2	-2.509,60	-867,90	-2.631,04	-989,34	-2.448,88	-807,18	-2.628,40	-986,70	-2.694,40	-1.052,70
3	-2.364,40	-722,70	-2.546,56	-904,86	-2.273,32	-631,62	-2.542,60	-900,90	-2.641,60	-999,90
4	-2.219,20	-577,50	-2.462,08	-820,38	-2.097,76	-456,06	-2.456,80	-815,10	-2.588,80	-947,10
5	-2.074,00	-432,30	-2.377,60	-735,90	-1.922,20	-280,50	-2.371,00	-729,30	-2.536,00	-894,30
6	-1.928,80	-287,10	-2.293,12	-651,42	-1.746,64	-104,94	-2.285,20	-643,50	-2.483,20	-841,50
7	-1.783,60	-141,90	-2.208,64	-566,94	-1.571,08	70,62	-2.199,40	-557,70	-2.430,40	-788,70
8	-1.638,40	3,30	-2.124,16	-482,46	-1.395,52	246,18	-2.113,60	-471,90	-2.377,60	-735,90
9	-1.493,20	148,50	-2.039,68	-397,98	-1.219,96	421,74	-2.027,80	-386,10	-2.324,80	-683,10
10	-1.348,00	293,70	-1.955,20	-313,50	-1.044,40	597,30	-1.942,00	-300,30	-2.272,00	-630,30
11	-1.202,80	438,90	-1.870,72	-229,02	-868,84	772,86	-1.856,20	-214,50	-2.219,20	-577,50
12	-1.057,60	584,10	-1.786,24	-144,54	-693,28	948,42	-1.770,40	-128,70	-2.166,40	-524,70
13	-912,40	729,30	-1.701,76	-60,06	-517,72	1.123,98	-1.684,60	-42,90	-2.113,60	-471,90
14	-767,20	874,50	-1.617,28	24,42	-342,16	1.299,54	-1.598,80	42,90	-2.060,80	-419,10
15	-622,00	1.019,70	-1.532,80	108,90	-166,60	1.475,10	-1.513,00	128,70	-2.008,00	-366,30
16	-476,80	1.164,90	-1.448,32	193,38	8,96	1.650,66	-1.427,20	214,50	-1.955,20	-313,50
17	-331,60	1.310,10	-1.363,84	277,86	184,52	1.826,22	-1.341,40	300,30	-1.902,40	-260,70
18	-186,40	1.455,30	-1.279,36	362,34	360,08	2.001,78	-1.255,60	386,10	-1.849,60	-207,90
19	-41,20	1.600,50	-1.194,88	446,82	535,64	2.177,34	-1.169,80	471,90	-1.796,80	-155,10
20	104,00	1.745,70	-1.110,40	531,30	711,20	2.352,90	-1.084,00	557,70	-1.744,00	-102,30

De acordo com as posições assumidas e apresentadas em diferentes fases deste trabalho, apresentam-se na Tabela 6.23 alguns indicadores que permitem caracterizar os impactes associados ao incentivo para utilização da biomassa nos alojamentos em Portugal.

Tabela 6.23: Caracterização do incentivo para utilização da biomassa para AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal.

Indicadores	Magnitudes
Montante de incentivo (€)	95.000.000,00
Capital público e privado (€)	300.000.000,00
Incentivo por sistema (€)	3,166,60
Cobertura do incentivo (%)	~ 30
Energia produzida (GWh/ano)	219,32
Reduções de GEE (tCO ₂ eq/ano)	32.025,00

Importa realçar duas observações relativamente aos resultados apresentados na tabela anterior.

1. Não se considerou a existência de qualquer sistema adicional de apoio ao aquecimento e/ou produção de AQS no conjunto de alojamentos;
2. O montante capital público e privado diz respeito ao custo global da aquisição dos sistemas

Na Tabela 6.24 encontra-se compilados os principais indicadores que permitem analisar em termos comparativos o incentivo proposto para fomentar a utilização da biomassa em Portugal versus a política seguida na Alta Áustria.

Tabela 6.24: Indicadores de incentivo proposto para biomassa em Portugal versus resultados obtidos na Alta Áustria.

Incentivos	Alta Áustria	Portugal
Subvenção (€)	2.520	3166,60
Cobertura subvenção (%)	~ 20	~30
Subvenção por unidade de energia final produzida (€/kWh)	0,60-0,64	0,43
Ambiente	2,78-2,98 (€/kg CO ₂)	2,96 (€/kg CO ₂ eq)

(Auinger *et al.*, 2010; ESTIF, 2006)

Analisando os índices apresentados na tabela anterior verifica-se que o montante da subvenção por sistema proposto para o caso português é substancialmente superior à subvenção aplicada na Alta Áustria. A cobertura da subvenção sobre o custo é também superior, sendo que o custo no mercado nacional parece ser inferior ao mercado Austríaco.

A aposta numa subvenção desta natureza face ao caso Austríaco deve-se fundamentalmente às condições nacionais face aquela região. No decorrer deste trabalho, destacou-se a Áustria como uma das regiões do mundo onde o aquecimento a biomassa no segmento residencial se encontra enraizado. A esse nível, a experiência portuguesa ainda é ténue, por isso, a natureza do incentivo nesse caso deve ser mais agressiva para provocar um rápido crescimento do mercado. Aliás, apresentou-se na Figura 3.15 a resposta do mercado em termos de aquisição de sistemas face à agressividade dos incentivos, realçando-se a importância dos incentivos relativamente ao alinhamento dos usuários à política.

A repercussão da subvenção sobre a produção de energia final para o caso proposto é favorável quando comparada com o caso Austríaco. Este facto levanta algumas questões relativamente às necessidades energéticas dos alojamentos em Portugal em relação à Áustria, uma vez que a subvenção por sistema é inferior neste último caso. Antes de mais, seria descabido considerar que as necessidades energéticas equacionadas são superiores nos alojamentos em Portugal quando comparados aos alojamentos situados naquele País. A justificação para o indicador projectado ser superior aos resultados alcançados na Alta Áustria deve-se ao facto das necessidades energéticas nos alojamentos austríacos serem suportados em parte por sistemas solares térmicos (Auinger et al., 2010), situação negligenciada neste estudo para o caso português.

Relativamente às emissões, embora apresentadas em unidades diferentes, Áustria incentivo por redução de CO₂, enquanto que a nível nacional esse indicador incide sobre redução de CO₂ equivalente, a tendência verificada em ambos os casos demonstra uma forte convergência em relação ao montante despendido por reduções GEE. Ou seja, o incentivo para redução de emissões de GEE resultante do incentivo austríaco é superior ao incentivo considerado para o caso português.

Face às características associadas ao processamento e fornecimento dos combustíveis usados na Alta Áustria (distribuição de combustíveis pelos alojamentos através de camiões cisternas), considera-se que no caso português, por ainda não apresentar condições que justifique tal investimento, a distribuição é feita a escala inferior, favorecendo melhor a criação de postos de trabalho. Ou seja, ao invés de fornecimento em grande escala, na fase inicial, o sistema português será alimentado através de pontos de distribuição e/ou pequenos fornecedores o que fomenta criação de mais postos de trabalho quando comparado ao caso Austríaco.

6.4. INCENTIVO À UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA VERSUS SOLAR TÉRMICO NOS ALOJAMENTOS EM PORTUGAL

Neste espaço são apresentados os índices que permitem analisar em termos comparativos os impactes associados ao incentivo para a utilização da biomassa versus sistemas solares térmicos nos alojamentos em Portugal. Conforme foi referido ao longo deste estudo, a subvenção directa é tida como o grande catalisador para incentivar a utilização destas formas de energia no segmento habitacional considerado.

O indicador criação do emprego foi determinado recorrendo à projecção de criação de postos de trabalho projectado no âmbito da MST-2009 e indicador sobre o emprego alcançada pela utilização da biomassa no mercado austríaco. No quadro da MST-2009, estimou-se uma criação de emprego que ronda 2.500 postos de trabalho. Tendo em conta que ambos os sistemas (sistemas a biomassa e caldeiras a pellets) requerem pessoas qualificadas (especialistas) para a sua instalação e considerando que a diferença de número de sistemas não é muito significativa para o apuramento deste indicador, considera-se que os postos de trabalho gerados para a instalação e a manutenção dos sistemas a biomassa equacionados são exactamente iguais ao projectado para MST-2009.

Para além de instalação e manutenção, a recolha, processamento e distribuição da biomassa gera postos de trabalho significativos. Conforme referido anteriormente, no caso austríaco, os postos de trabalho gerados pelas actividades referidas rondam 22 % relativamente ao total do emprego associado à utilização da biomassa. Pelas considerações efectuadas no último parágrafo do subcapítulo anterior, para o caso nacional considera-se que estas actividades geram 30 % do emprego associado a

utilização da biomassa. Sendo assim, o emprego gerado pela utilização da biomassa será superior ao considerado para sistemas solares térmicos em cerca de 30 %.

Na Tabela 6.25 encontram-se compilados os indicadores que permitem avaliar em termos comparativo os impactes energéticos, ambientais, económicos e sociais, resultantes do incentivo para utilização dos sistemas referidos.

Tabela 6.25: Caracterização de incentivo para utilização da biomassa versus energia solar térmico (MST-2009) nos alojamentos em Portugal.

Indicadores	CB	MST-2009
Montante de incentivo (€)	95.000.000,00	95.000.000
Capital público e privado (€)	300.000.000,00	~140.000.000*
Incentivo por sistema (€)	3.166,60	1.641,70
Sistemas (número)	30.000	~50.000*
Cobertura do incentivo (%)	~ 30	34-71-
Energia produzida (GWh/ano)	219,32	65,45
Redução de GEE (tCO ₂ eq/ano)	32,025	12.488,12
Efeito económico para usuários: positivo (+) negativo (-)	—	+
Criação de emprego (número de postos de trabalho)	~3.571	2.500

*Montante determinado considerando o custo médio de sistema 2.800 €.

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste Capítulo são analisados os resultados obtidos neste estudo. Designadamente, os efeitos dos incentivos para utilização da biomassa versus sistemas solares térmicos nos alojamentos domésticos em Portugal.

7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A análise dos resultados apresentados no capítulo anterior vai ser efectuada da seguinte forma:

- No próximo subcapítulo caracterizar-se-ão os efeitos associados à utilização da biomassa para aquecimento e produção de AQS nos alojamentos em Portugal;
- No subcapítulo 7.3 vai ser analisado o efeito da utilização dos sistemas solares térmicos no apoio à produção de AQS nos alojamentos;
- No subcapítulo 7.4 vai ser materializado o grande objectivo deste estudo. Ou seja, vai ser analisada comparativamente os efeitos da utilização de caldeiras a pellets versus sistemas solares térmicos nos alojamentos em Portugal;
- As considerações finais sobre o trabalho são apresentadas no último subcapítulo.

7.2. EFEITOS DOS INCENTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA

Face aos resultados apresentados no capítulo anterior, foi possível apurar que os custos energéticos associados à utilização da biomassa na forma de pellets para produção de AQS e aquecimento são inferiores aos custos da utilização dos combustíveis fósseis e electricidade para o mesmo efeito.

A utilização do gás propano para satisfazer as necessidades energéticas referidas acarreta maiores custos ao utilizador (cerca de 788,78 €/ano), seguido de electricidade (652,37 €/ano). O custo energético do gás natural é aquele que se aproxima mais do custo de pellets, mas mesmo assim, a factura energética mensal é superior à factura associada à utilização da biomassa em cerca de 11,86 €. A diferença na factura energética mensal entre a utilização de gasóleo de aquecimento relativamente a pellets ronda 12,36 € a favor da biomassa. A factura energética anual associada à utilização de pellets para suprimir as necessidades de AQS e aquecimento nos alojamentos considerados público-alvo ronda 237,23 €.

Não obstante a vantagem em termos de custos de energia da biomassa relativamente aos demais vectores energéticos apresentados anteriormente, o investimento em

caldeiras a pellets para produção de AQS e aquecimento considerado neste estudo face às caldeiras a gás natural ou a gasóleo não é atractivo. No entanto, o investimento em caldeiras a pellets face às que utilizam gás propano de ponto de vista económico é atractivo.

O custo elevado dos sistemas a biomassa (cerca de 10.000 €) face ao custo médio dos sistemas convencionais (1.500-2.000 €) e ainda a diferença pouco significativa entre o custo da biomassa relativamente ao gás natural e gasóleo de aquecimento compromete a aposta em biomassa para as utilizações referidas.

Num cenário onde foi analisado o efeito da subsidiação dos sistemas a biomassa para produção de AQS e aquecimento relativamente aos sistemas convencionais, verificou-se que o mercado energético nacional não favorece a utilização da biomassa. O incentivo na ordem de 3.166,60 € por sistema não provoca efeito sobre o mercado porque não há retorno do investimento durante a vida do sistema (20 anos) quando comparado às caldeiras a gás natural ou o gasóleo. Relativamente às caldeiras a gás propano, o retorno do investimento é alcançado ao fim de 11 anos (sem incentivo) e ao fim de 6 anos tendo em conta o incentivo considerado.

Tendo em conta as condições do mercado actual, para ser viável a utilização de caldeiras a biomassa relativamente à gás natural e ao gasóleo (cenário de viabilidade) o incentivo teria que ser de pelo menos 3.166,60 € somado ao maior prejuízo (cash-flow com incentivo) apresentado na Tabela 6.21. Nesse caso, o maior prejuízo ronda 600 € no caso de utilização de caldeiras a Gás natural. Face aos números referidos, o incentivo considerado para cenário de viabilidade deve atingir pelo menos 3.766,60 €. O aumento da tributação sobre o gasóleo de aquecimento e gás natural é um instrumento que pode ser utilizado para incentivar a utilização da biomassa neste caso. A Suécia promove a utilização da biomassa através da sua política fiscal, aplicando um imposto sobre o gasóleo de aquecimento superior a 0,20 €/l (reFOCUS, 2007).

Se a opção for actuar sobre a tributação nas utilizações dos combustíveis fósseis, seguindo o exemplo da Suécia, por forma a manter o incentivo considerado inicialmente (cenário inicial), a produção de energia global poderia atingir 219 GWh/ano e a redução de emissões de GEE cerca de 32.025 tCO₂eq. Considerando este cenário, o efeito sobre a economia, designadamente a mobilização de capital público e privado em torno da

utilização da biomassa poderia atingir cerca de 30 Milhões de euros, sendo a cobertura de incentivo por sistema relativamente ao custo global de cerca de 30 %.

Com um incentivo de 3.766.60 € por sistema (cenário de viabilidade), tendo em conta o montante global de incentivo considerado neste estudo, só seria possível beneficiar 25.226 sistemas ao invés de 30.000 sistemas considerados inicialmente. Neste caso, a produção de energia relativamente ao cenário inicial passa de 219,32 para 184,42 GWh. No que se refere à redução de GEE o resultado passa de 32.025,00 para 26.928,80 tCO₂eq/ano. A mobilização de capital público e privado para o cenário de viabilidade ronda 252 Milhões de euros e a cobertura de incentivo face ao custo do sistema ronda 38 %.

Os benefícios da utilização das caldeiras a biomassa durante a vida útil dos sistemas relativamente aos sistemas convencionais são diversificados. Considerando o cenário de viabilidade estabelecido, a substituição das caldeiras a gás para caldeiras a biomassa não oferece vantagens económicas para os usuários. Contudo, importa referir que não foram considerados a inflação anual associado o aumento do preço dos combustíveis durante a vida útil dos sistemas. O aumento de custo das energias convencionais nos próximos tempos é superior à considerada para a biomassa (Sá, 2009). A confirmar-se está situação, a substituição das caldeiras a gás natural para sistemas a biomassa pode ser mais atractiva.

No que se refere à substituição das caldeiras a gás propano por caldeiras a biomassa, considerando o cenário da viabilidade o benefício durante a vida útil dos sistemas pode atingir 10.000 €. Para substituição das caldeiras a gásóleo, o benefício atinge cerca de 146 €.

Os benefícios associados ao incentivo para utilização dos sistemas solares térmicos nos alojamentos durante a vida útil do sistema podem atingir valores distintos: para usuários que utilizam electricidade para produção de AQS o *cash-flow* pode atingir cerca 1.745 €. Para o apoio aos sistemas que utilizam gás propano para produção de AQS o benefício pode atingir 2.352 €. Seguem-se o apoio as sistemas que utilizam gásóleo de aquecimento e os sistemas que utilizam gás natural com benefícios de cerca de 557 e 531 € respectivamente. Uma observação atenta sobre os resultados permite concluir que quanto mais elevado for o custo de combustível maior será a atractividade do

investimento em sistemas solares. Para os usuários que utilizam biomassa para a produção de AQS, a aposta em sistemas solares térmicos durante toda a vida do projecto provoca um prejuízo na ordem de 1.744 € (sem incentivo) e na ordem de 102 € (com incentivo na aquisição dos sistemas).

Relativamente ao domínio ambiental, a biomassa é de longe o combustível que mais contribui para a redução dos GEE. A substituição de combustíveis convencionais para biomassa para aquecimento e produção de AQS permite reduzir as emissões de GEE em cerca de 1,3 tCO₂eq/ano por alojamento (cenário de viabilidade).

A criação de postos de trabalho associados à utilização da biomassa quando comparada as outras fontes de energia é bastante positiva. A recolha, processamento e distribuição dos combustíveis constituem um leque de actividades que permitem acomodar um número de postos de trabalho considerável. O emprego associado às actividades referidas é de cerca de 22 % do total do emprego associado à utilização da biomassa na Alta Áustria (Auinger et al., 2010). Para Portugal considera-se que a recolha, o processamento e a distribuição da biomassa atinge 30 % do total de emprego associada à utilização da biomassa para AQS e aquecimento nos alojamentos. O valor considerado é superior ao caso austríaco devido às diferenças entre os dois mercados (Auinger et al., 2010). Por exemplo na Áustria utilizam camião cisterna para a distribuição dos combustíveis aos usuários. Com base nesta consideração, a criação de emprego associada à utilização da biomassa ronda 3.751 postos de trabalho (considerou-se que o emprego associado à manutenção e instalação dos sistemas é equivalente ao MST-2009).

7.3. EFEITOS DOS INCENTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

A MST-2009 contribuiu para instalação de cerca de 50.000 sistemas solares térmicos em Portugal. Com uma capacidade anual de produção de energia de cerca de 65,45 GWh os sistemas solares térmicos destacam-se como uma fonte energética renovável, endógena e ambientalmente limpa.

Os resultados obtidos, designadamente os resultados apresentados na Tabela 6.22 demonstram que o SIF desempenhou um papel preponderante na penetração das tecnologias solares térmicos em Portugal. Para todos os vectores energéticos de origem fósseis considerados, a subvenção directa concedida no âmbito de MST-2009 permitiu o

retorno de investimento para os usuários. No sentido contrário, para usuários que possuem sistemas para produção de AQS que utilizam biomassa, não compensou investir em Sistemas solares.

Para quem utiliza o gás propano ou a electricidade para produção de AQS, independentemente de haver ou não incentivos, o investimento em sistemas solares térmicos é vantajosa. Para utilizadores que utilizam electricidade o investimento pode não ser muito atractivo tendo em conta que o *cash-flow* só é positivo no 20^o ano do sistema (cerca de 100 €). Relativamente à utilização do gás propano, o *cash-flow* é positivo ao fim dos 16 anos e durante a vida útil do projecto os benefícios podem atingir cerca de 700 €, sendo por isso a melhor conjugação possível para instalação de sistemas solares.

Os benefícios associados ao incentivo para utilização dos sistemas solares térmicos nos alojamentos durante a vida útil do sistema podem atingir valores distintos: para usuários que utilizam electricidade para produção de AQS o *cash-flow* pode atingir cerca 1.745 €. Para o apoio aos sistemas que utilizam gás propano para produção de AQS o beneficio pode atingir 2.352 €. Seguem-se o apoio as sistemas que utilizam gasóleo de aquecimento e os sistemas que utilizam gás natural com benefícios de cerca de 557 e 531 € respectivamente. Uma observação atenta sobre os resultados permite concluir que quanto mais elevado for o custo de combustível maior será a atractividade do investimento em sistemas solares. Para os usuários que utilizam biomassa para produção de AQS, a aposta em sistemas solares térmicos durante toda a vida do projecto provoca um prejuízo na ordem de 1.744 € (sem incentivo) e na ordem de 102 € (com incentivo na aquisição dos sistemas).

Relativamente às emissões de GEE, os sistemas solares térmicos permitem reduzir em média cerca de 0,24 tCO₂eq/ano por sistema. A redução de emissões de GEE no conjunto de sistemas solares térmicos instalados ao abrigo da MST-2009 ronda 12.488 tCO₂eq/ano. O benefício ambiental associado à utilização de sistemas solares térmicos é uma mais-valia para a utilização destes sistemas.

Ao nível do efeito sobre o mercado, o incentivo global considerado para apoiar a instalação dos sistemas solares térmicos no País, permite movimentação de capital na ordem de 140 Milhões de euros. No que se refere aos postos de trabalho, a projecção para a criação de postos de trabalho ronda 25.000 trabalhadores.

7.4. EFEITOS DE UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA VERSUS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NOS ALOJAMENTOS EM PORTUGAL

As análises dos efeitos da utilização da biomassa versus utilização dos sistemas solares térmicos no quadro do objectivo estabelecido neste trabalho são efectuadas recorrendo aos indicadores apresentados na Tabela 6.25 e análises efectuadas nos Subcapítulos 7.2 e 7.3.

Partindo do incentivo considerado inicialmente para utilização da biomassa nos alojamentos e dos indicadores relativos à utilização dos sistemas solares, em termos ambientais e energéticos, com 95 milhões de euros o investimento em caldeiras a biomassa para produção de AQS e aquecimento nas residências leva uma vantagem muito grande em relação ao sistema solar térmico. Os resultados da Tabela 6.25 demonstram que a produção de energia através das caldeiras a biomassa é praticamente três vezes superior à energia produzida pelos sistemas solares. No que se refere ao indicador ambiental, a redução das emissões de GEE relativamente ao sistema solar térmico é cerca de 2,6 vezes superior.

Em termos económicos, o investimento em sistemas solares térmicos é mais atractivo quando comparado ao investimento em caldeiras a biomassa. O investimento é menos avultado, e com um incentivo que cobre cerca de 50 % do investimento inicial consegue-se subsidiar um maior número de sistemas e portanto, beneficia-se um maior número de utilizadores. Este facto, somado ao retorno de investimento garantido (face à utilização das energias fósseis equacionadas), torna a utilização de sistemas solares térmicos muito atractiva para utilizadores.

Em sentido contrário, a aposta em incentivos para a utilização das caldeiras a biomassa nos alojamentos reduz o número de beneficiários, pois o incentivo é superior ao custo total dos sistemas solares térmicos. Um cenário de subsidiação de cerca 30 % (considerado inicialmente) sobre o custo total do sistema faz reduzir o número de beneficiários relativamente aos beneficiários que beneficiam da instalação de sistemas solares térmicos. Ao que se soma ao facto deste incentivo ser pouco atractivo para quem usa caldeiras a gásóleo e a gás natural.

Por outro lado, considerando o cenário de viabilidade associado à utilização da biomassa, em termos energéticos, ambientais e económico-sociais, a subsidiação da tecnologia para utilização da biomassa para produção de AQS e aquecimento leva vantagem relativamente à subsidiação de sistemas solares térmicos.

Apresentam-se na Tabela 7.1 a seguir as informações que suportam a análise apresentada no parágrafo anterior. Importa realçar que os indicadores associados ao sistema a biomassa foram determinados tendo em consideração o incentivo por sistema de 3766,6 €. Utilizando o valor de incentivo, determinou-se o número de sistemas que é possível subsidiar com 95 Milhões de euros através do qual se projectaram os índices apresentados (o procedimento é exactamente igual ao utilizado para projectar os indicadores resultantes do cenário inicial para utilização da biomassa).

Tabela 7.1: Indicadores de análise dos efeitos dos incentivos para utilização de energia renováveis: biomassa versus solar térmico.

Incentivos	CB (cenário de viabilidade)	MST-2009
Subvenção por sistema (€)	3766,6	1641,70
Cobertura da subvenção face ao custo do sistema (%)	~38	~60
Usuários beneficiados (número)	25.226	49.580
Emprego (n.º de postos de trabalho)	3.571	2.500
Capital público privado (Milhões de €)	252,26	140,00
Energia produzida (GWh)	184,42	65,45
Subvenção por unidade de energia final produzida (€/kWh)	0,51	1,45
Ambiente (€/kg CO ₂ eq)	3,96	7,60

Como pode ser observada na Tabela 7.1 em termos energéticos a opção biomassa permite reduzir o montante de incentivo por unidade de energia produzida (cerca de metade) quando comparada ao solar térmico. O montante de incentivo para redução de emissões de GEE é igualmente favorável à opção biomassa.

Em termos de mobilização dos recursos financeiros, a utilização da biomassa apresenta uma vantagem de cerca de 44 % relativamente aos sistemas solares térmicos, uma vez que o capital público e privado associado aos investimentos rendam: 252 Milhões de

euros para utilização da biomassa e 140 Milhões para utilização de sistemas solares térmicos.

Relativamente à energia produzida e à criação de postos de trabalho o incentivo para utilização dos sistemas solares térmicos perde quando comparado aos sistemas a biomassa.

No que se refere ao número de utilizadores beneficiados, a aposta em sistemas solares permite subsidiar maior número de utilizadores relativamente às caldeiras a biomassa.

7.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O TRABALHO

Ultimamente, os incentivos para a utilização de energia renovável no segmento residencial doméstico têm sido muito discutidos, delineados e aplicados um pouco por toda a parte do mundo. As necessidades de AQS e aquecimento representam cerca 45,5 % do consumo de energia final nos alojamentos em Portugal, colocando, assim, as actuações sobre estas necessidades no topo das preocupações energéticas para o sector.

As características tecnológicas, nomeadamente o espaço requerido pelos sistemas limitam a instalação em pequenos alojamentos.

Hoje em dia, conforme foi demonstrado ao longo deste trabalho, a utilização de biomassa para satisfazer as necessidades energéticas nos alojamentos em Portugal apresenta um conjunto de vantagens das quais se destacam:

1. A promoção e utilização de energia renovável endógena, favorecendo uma melhor gestão das florestas em Portugal. Conforme foi referido no primeiro Capítulo, muitas vezes o défice de limpezas das florestas compromete a sua preservação e contribui muitas vezes para a propagação de incêndios florestais;
2. A criação do emprego, nomeadamente nas zonas rurais, onde as florestas abundam e o desemprego atinge um nível considerado preocupante. O desemprego nestas regiões fomenta o êxodo rural e a desigualdade de oportunidade. A recolha de resíduos florestal potencia geração de postos de trabalho nestas regiões;

3. A redução de intensidade carbónica associada à utilização de energia renovável e consequentemente à melhoria do desempenho ambiental (sustentabilidade) nos alojamentos;
4. A racionalização do consumo através da diversificação das fontes energéticas e sistemas renováveis, com tendência para o aquecimento central, com benefício para usuários em termos de custos energéticos;

Os benefícios da utilização da biomassa são evidentes: os resultados obtidos neste trabalho, comprovam que a utilização da biomassa no segmento residencial apresenta características particulares face à energia solar e que devidamente explorada constitui uma mais-valia tendo em conta os desafios energéticos do País.

Ao contrário dos sistemas solares térmicos, a produção de energia a partir das caldeiras a biomassa requer combustível. Nesse sentido, o incentivo para utilização desta forma de energia nos alojamentos deve ter em linha de conta a capacidade do mercado no que se refere à produção dos combustíveis. O incentivo deve ser estruturado e mantido o tempo suficiente de forma a criar um mercado de produção e distribuição de combustíveis sustentável. A produção e distribuição do combustível tornam a utilização da biomassa numa das formas de energia que mais gera emprego no mundo (relação emprego gerado versus quantidade de energia produzida).

8. CONCLUSÕES

A discussão sobre a tipologia de SIF desenvolvidos e praticados no mercado de aquecimento e produção de AQS nos alojamentos residenciais tem estado na ordem do dia. Dado o interesse que este assunto suscita, designadamente sobre a procura de energia, desenvolveu-se o presente trabalho cujo objectivo central recaia sobre a análise dos efeitos dos incentivos financeiros para utilização de sistemas renováveis para produção de AQS e aquecimento nos alojamentos em Portugal.

Para o efeito foram analisados os impactes energéticos, ambientais e sócio-económicos resultantes da utilização da biomassa relativamente aos sistemas solares térmicos. O dado de partida considerado foi o montante global de incentivo avaliado em 95 Milhões de euros. Para a determinação e avaliação dos impactes associados à utilização de sistemas solares térmicos consideraram-se os índices projectados e os resultados alcançados no âmbito da MST-2009. Relativamente à biomassa, considerou-se a utilização de caldeiras a biomassa com sistema de alimentação automático e com capacidade para satisfazer todas as necessidades energéticas equacionadas neste estudo.

Estabelecida uma subvenção de 3.766,60 € para subsidiação das caldeiras a biomassa e utilizando a subvenção estabelecida para sistemas solares no âmbito da MST-2009, assim como o número de sistemas instalados no quadro daquela medida, projectaram-se os efeitos associados à subsidiação destas formas de energia nos alojamentos em Portugal.

Mediante a projecção de aquisição de 25.226 caldeiras a biomassa com um custo médio de 10.000 € e considerando o número de sistemas solares térmicos instalados no âmbito da MST-2009 (49,580 sistemas) com um custo médio de 2.800 €, distribuídos ao longo do território nacional, foram alcançados resultados que permitem avaliar os efeitos destes incentivos da forma seguinte:

Quer o incentivo estabelecido neste trabalho para utilização da biomassa quer o incentivo estabelecido no quadro da MST-2009 alteram completamente os efeitos económicos (redução da factura energética dos utilizadores) e consequentemente aumentam o potencial de utilização destes sistemas. No caso dos sistemas solares, a subsidiação permite reduzir para metade o período de amortização dos investimentos. Existem contudo situações em que, para utilizadores, a aposta em sistemas renováveis não

compensa dados os custos elevados destes sistemas face aos sistemas convencionais (no caso das caldeiras a biomassa em comparação com caldeiras a gás natural). Neste caso particular, o incentivo permite atenuar o cenário referido, permitindo assim uma boa perspectiva relativamente à utilização desta tecnologia.

No campo das emissões de GEE, a aposta em energias renováveis é de longe a melhor solução para reduzir a intensidade carbónica na produção e utilização de energia. Das actividades associadas aos sistemas solares térmicos, as emissões de GEE são praticamente inexistentes. No que concerne à utilização da biomassa, as emissões são residuais quando comparadas à utilização de combustíveis fósseis.

Em Portugal, em termos comparativo, os incentivos para a utilização da biomassa para produção de energia sob forma de calor nos alojamentos apresentam vantagens relativamente ao incentivo para utilização dos sistemas solares térmicos.

A nível energético os sistemas a biomassa permitem produzir maior quantidade de energia relativamente aos sistemas solares (cerca de triplo), sendo por isso o incentivo por unidade de energia produzida menor quando comparado aos sistemas solares térmicos. Os dados apresentados na Tabela 7.1 desmontam isso.

Relativamente à redução de emissões de GEE, ao nível Nacional, a aposta em caldeiras a biomassa face aos sistemas solares térmicos é de longe mais vantajosa.

Em termos de benefícios por utilizadores, o incentivo para utilização dos sistemas solares térmicos chega a mais pessoas/alojamentos. E isso quer dizer que a repartição do incentivo é mais justa tendo em conta que agrega mais pessoas. Contudo este alargamento não é traduzido num aumento da produção de energia relativamente à utilização da biomassa. A criação de postos de trabalho é igualmente favorável à utilização da biomassa quando comparado aos sistemas solares.

Face aos resultados obtidos no Capítulo 6 e a sua análise no Capítulo 7 conclui-se que a subsidiação das caldeiras a biomassa em detrimento do solar térmico permite obter melhores resultados ao nível de produção de energia endógena e renovável, redução da intensidade carbónica associada à utilização de energia nos alojamentos e melhor desempenho ao nível de criação de emprego.

Bibliografia

ADENE, 2010. Eficiência energética: O Sistema de Certificação Energética e o seu Impacto. Energia 2020, FCUL, 8 Fevereiro 2010.

ADENE, 2011. Edifícios certificados. Consultado em 11 de Outubro de 2011
«<http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/EdificiosCertificados/Paginas/default.aspx>»

AEA, 2009. Questões ambientais chave para Europa. Sinais da AEA 2009, Agência Europeia do Ambiente.

AEBIOM, 2010. European energy issues and the development of bioenergy towards 2030. European Biomass Association, Outubro de 2010.

AMES. Plano Energético de Sintra. Agência Municipal de Energia de Sintra, Versão para análise.

Anielski, M.. Measuring the sustainability of nations: the genuine progress indicator system of sustainable wellbeing accounts. The Fourth Biennial Conference of the Canadian Society for Ecological Economics: Ecological Sustainability of the Global Market Place, Montreal, Quebec, August, 2001.

Anielski M., Johannessen, H.. The State of Economic, Social and Environmental Wellbeing for the City of Edmonton. The Edmonton 2008 Genuine Progress Indicator Report, November 11, 2009.

Antiginho, 2008. Desenvolvimento Sustentável e Energia. Boletim da Associação de Antigos Alunos da Universidade de Aveiro, n.º 27, Novembro 2008.

APA, 2007. Relatório do estado do ambiente 2006. Agência Portuguesa do Ambiente, Dezembro de 2007.

APA, 2011. Inventário Nacional (INERPA). Consultado em 28 de Setembro de 2011.
http://www.apambiente.pt/politicassambiente/Ar/InventarioNacional/Documents/FE_GWh_1990-2009_v1.xls

AS, 2011a. Medida Solar Térmico 2009: informações sobre a medida. Apoio Solar, consultado em 04 Junho de 2011. «<http://www.paineissolares.gov.pt/faq-mst2009.html>»

AS, 2011b. Medida Solar Térmico 2009: dados sobre instalações. Apoio Solar, consultado em 04 de Julho de 2011. «http://www.paineissolares.gov.pt/assets/dados_instalacao.pdf»

AS, 2011c. Medida Solar Térmico 2009: quadros comparativos por marca. Apoio Solar, consultado em 04 de Julho de 2011.
«<http://www.paineissolares.gov.pt/common/QuadrosComparativosMarcas.pdf>»

ASEAN. Biomass energy in ASEAN member countries. FAO Regional Wood Energy Development Programme in Asia in cooperation with the ASEAN-EC Energy Management Training Centre and the EC-ASEAN COGEN Programme.

Auinger, B., Brandstätter, B., Egger, C., Dell, G., Richler, N., Öhlinger, C.. Biomass heating in Upper Austria Green energy, green jobs. O.O. Energiesparverband.

Balachandra, P., Hiremath, R., Kumar B., Raghunandan, B., Ravindranath, N.. Decentralised renewable energy: Scope, relevance and applications in the Indian context. Energy for Sustainable Development 13 (2009) 4–10.

Balat, H., Balat, M., Demirbas, M. F.. Potential contribution of biomass to the sustainable energy development. *Energy Conversion and Management* 50 (2009) 1746–1760.

Bhattacharya, S., Cropper, M.. Options for Energy Efficiency in India and Barriers to Their Adoption. *Resources for the future*, April 2010.

PCS, 2011; Plataforma Casa Certificada. Consultado em 8 de Outubro de 2011.
<http://www.casacertificada.pt/documentacao>

Castanheira, L., Gouveia, J.. Energia, ambiente e desenvolvimento sustentável. Sociedade de Portuguesa de Inovação, Porto, 2004.

Chandrasekar, B., Kandpal C. A preliminary evaluation of financial incentives for renewable energy technologies in India. *International Journal of Energy Research* 2004; 28:931–939.

Clark, G.. The secret history of the industrial revolution. Department of Economics, UCD, CA 95616, October, 2002.

Demirbas, A.. Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. *Progress in Energy and Combustion Science* 31 (2005) 171–192.

DGE, 2002. Eficiência energética nos edifícios. Direcção-Geral de Energia, Fevereiro de 2002.

DGEG, 2010. Balanço energético nacional (1990-2007). Direcção-Geral de Energia e Geologia consultado em 11 de Maio de 2010 «<http://www.dgge.pt>».

DGEG, 2011. Balanço energético para o ano 2007. Direcção-Geral de Energia e Geologia consultado em 12 de Outubro de 2011. «<http://www.dgge.pt>»

DGEG & INE, I.P., 2011. Enquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2010. Direcção-Geral de Energia. Instituto Nacional de Energia e Geologia, Lisboa-Portugal.

DGGE, 2004. Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial. Ministério da Economia, Direcção Geral de Geologia e Energia.

Domac, J., Šegon, V.. Socio-economic aspects of bioenergy systems: Issues ahead. IEA Bioenergy Task 29, Energy Institute 'Hrvoje Požar', Zagreb, Croatia, March 2003.

Duff, J., Higgins, M., Koßpel, J., Portman, M., Reisert, J.. Offshore wind energy development in the exclusive economic zone: Legal and policy supports and impediments in Germany and the US. *Energy Policy* 37 (2009) 3596–3607.

Engenium, 2009. Energia, factura para Portugal, diversificação das fontes, metas europeias. Engenium, a Engenharia Portuguesa em revista, II Série | Número 112, Julho/Agosto 2009.

Enzensberger, N., Wietschel, M., Rentz, O.. Policy instruments fostering wind energy projects – a multi-perspective evaluation approach. *Energy Policy* 30 (2002), 793–801.

EP, 2005. Estratégia Nacional para a Energia. Governo de Portugal, Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro. Diário da República, 1.ª série-B, n.º 204.

EP, 2008. Código do imposto sobre o valor acrescentado. Decreto-Lei n.º102/2008, de 20 de Junho, Diário da República, 1.ª série -N.º 118

EP, 2009. Medida solar térmico 2009: protocolo entre o estado e instituição de créditos. Estado Português-Ministério das Finanças. Consultado a 25 de Maio de 2010.
«http://www.portugal.gov.pt/pt/Documentos/Governo/MF/Protocolo_Paineis_Solares_Banca.pdf»

EP, 2010a. Grandes Opções do Plano para 2010-2013. Lei n.º 3-A/2010, de 28 de Abril. Diário da República, 1.ª série-N.º 82.

EP, 2010b. Orçamento do Estado para 2010. Lei n.º 3-B/2010, de 28 de Abril, Diário da República, 1.ª série-N.º 82.

EREC, 2007. Action Plan for Renewable Heating and Cooling. Key Issues for Renewable Heat in Europe (K4RES-H), European Renewable Energy Council, Brussels, June.

ESTIF, 2006. Financial Incentives for Solar Thermal. Key Issues for Renewable Heat in Europe (K4RES-H), European Solar Thermal Industry Federation, 23 Agosto.

ESTIF, 2007. Solar Thermal Action Plan for Europe. Key Issues for Renewable Heat in Europe (K4RES-H), European Solar Thermal Industry Federation, 17 September.

Frondel, M., Ritter, N., Schmidt, C., Vance, C.. Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. Energy Policy 38 (2010) 4048–4056.

Hack, S.. International Experiences with the Promotion of Solar Water Heaters (SWH) at Household-level. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH German technical cooperation, Mexico City, October 2006.

Hamilton, C.. The genuine progress indicator methodological developments and results from Australia. Ecological Economics 30 (1999) 13–28

Hansen, J., Lea, D., Lo, K., Medina-Elizade, Martin., Ruedy, R., Sato, M.. Global temperature change. Proceedings of the National Academy of Sciences, vol.103, no.39, September 26, 2006, 14288–14293.

Iacomelli, A.. Renewable Energies for Central Asia Countries: Economic, Environmental and Social Impacts, 27–42.

IAEA, 2005. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. International Atomic Energy Agency.

IEA, 2004. World Energy Outlook. International Energy Agency: Paris, France.

IEA, 2007. Renewables for heating and cooling: Untapped Potential. Renewables Energy Technology Deployment, International Energy Agency. Paris, France.

IEA, 2008. World energy outlook. International Energy Agency: Paris, France.

IEA, 2009. Renewables Information. International Energy Agency: Paris, France.

IEA, 2010. Key world energy statistics. International Energy Agency: Paris, France.

INE, I.P., 2003. Estatísticas da Construção e Habitação 2002. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE, I.P., 2008a. Estatísticas da Construção e Habitação 2007. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa-Portugal.

INE, I.P., 2008b. Inquérito às Despesas das Famílias 2005-2006. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa-Portugal

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report, November 2007.

Jacobsson, S., Johnson, A.. The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy Policy* 28 (2000) 625-640.

Jansens, P., Jong, W., Khan, A., Spliethoff, H.. Biomass combustion in fluidized bed boilers: Potential problems and remedies. *Fuel processing technology* 90 (2009) 21-50.

Fernandes, J. Caracterização climática das ilhas de São Miguel e Santa Maria com base no modelo Cielo. Estágio realizado no âmbito e apoio do projecto CLIMAAAT, Universidade dos Açores (Departamento de ciências agrárias), Angra do Heroísmo, Dezembro de 2004.

Kalogirou, S.. The energy subsidisation policies of Cyprus and their effect on renewable energy systems economics. *Renewable Energy* 28 (2003) 1711–1728.

Karekezi, S., Lata, K., Coelho, S.. Traditional Biomass Energy. Secretariat of the International Conference for Renewable Energies, Bonn, 2004.

Lauber V. REFIT and RPS: options for a harmonised Community framework. *Energy Policy* 2004;32(12):1405–14

Lipp, J.. Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. *Energy Policy* 2007;35(11):5481–95.

Lund, H.. The implementation of renewable energy systems: Lessons learned from the Danish case. *Energy* 35 (2010) 4003–4009.

Lloyd, C., Roulleau, T.. International policy issues regarding solar water heating, with a focus on New Zealand. *Energy Policy* 36 (2008) 1843–1857.

Malanima, P.. Energy crisis and growth 1650–1850: the European deviation in a comparative perspective. *Journal of Global History* (2006) 1, pp 101–121.

Martinot, E.. Renewable power for China: Past, present, and future. *Energy Power Eng. China* 2010, 4(3): 287–294.

Michaelowa A., Purohit, P.. CDM potential of solar water heating systems in India. *Solar Energy* 82 (2008) 799–811.

MNRE, 2009. Framework for programmatic CDM projects in renewable energy. Ministry of New and Renewable Energy, Government of India, May.

Madeira, A. Integração de painéis solares térmicos soluções de pós-construção. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Lisboa, 2010.

Mulder, A.. Do economic instruments matter? Wind turbine investments in the EU(15). *Energy Economics* 2008; 30 (6), 2980– 2991.

Martins, N.. 2011. Informação prestada pelo Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro (Doutor Nelson Martins), Meados de Setembro de 2011.

NGP, 2009. Alterações climáticas: o que se deve fazer. National Geographic Portugal.

Palmer K. and Burtraw D.. Electricity, Renewables, and Climate Change: Searching for a Cost-Effective Policy. *Resources for the future*, Maio 2004.

Raiz Verde, 2011. Consulta de mercado sobre as características das caldeiras a biomassa para aquecimento central nos alojamentos, meados de Setembro de 2011. <http://www.raizverde.pt/>

reFOCUS, 2007. Biomass – a burning issue. Março/Abril 2007. « www.re-focus.net »

Sá, A. Caracterização da recolha de matéria-prima para a produção de *pellets*. Tese mestrado integrado em engenharia mecânica, Universidade de Aveiro, 2009.

Schäfer, O., Teske, S., Zervos, A.. Energy revolution: a sustainable world energy outlook. Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC), January 2007

ONU, 1992. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Organização das Nações Unidas, Rio de Janeiro, Brasil, Junho de 1992.

Virgílio, R. Solar energy in Portugal- development perspectives based on a comparison with Germany. Master in International Management, Instituto Superior de Ciências Empresariais e do Turismo, September 2009.

ANEXOS

ANEXO I: Quadros comparativos de produto por marca comercializado no âmbito de MST-2009

Termossifão 200 Litros

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Aosol	Portuguesa	1.887	1,99	1	193 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Aquaterm	-	-	-	-	-	2.800,00 €	1.158,30 €	2.678,00 €	1.036,30 €
Astersa	Espanhola	1.576	2,01	1	200 L	2.660,00 €	1.018,30 €	2.610,00€	968,30 €
BaxiRoca	Áustria	1.710	1,92	1	200 L	2.755,00 €	1.113,30 €	2.640,00 €	998,30 €
Calpak	Grega	1.647	2,46	1	200 L	2.694,00 €	1.052,30 €	2.584,00 €	942,30 €
Chromagen	Israelita	1.519	2,15	1	200 L	2.790,00 €	1.148,30 €	2.690,00 €	1.048,30 €
Donauer	Alemã	1.535	2,16	1	190 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Ensus	Portuguesa	1.546	2,06	1	200 L	2.716,00 €	1.074,30 €	2.612,24 €	970,54 €
Falke	Turca	2.069	1,69	2	200 L	2.813,00 €	1.171,30 €	2.705,00 €	1.063,30 €
Haice	Grega	1.606	2,3	1	195 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.713,00 €	1.071,30 €
Hewalex	Suiça	1.594	1,82	1	185 L	2.808,96 €	1.167,26 €	2.710,40 €	1.068,70 €
Jacques Giordano	Francesa	1.565	1,97	1	187L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Junkers	Portuguesa	1.748	2,23	1	195 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.716,00 €	1.074,30 €
KBB	Alemã	1.858	2,3	1	200 L	2.755,00 €	1.113,30 €	2.625,00 €	983,30 €
Maltezos	Grega	1.654	1,18	2	199 L	2.390,00 €	748,30 €	2.300,00 €	658,30 €
Martifer Ener-Q	Portuguesa	1.546	2,06	1	220 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.718,00 €	1.076,30 €

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Comparticipação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Comparticipação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
NES	Búlgara	1.560	1,90	1	200 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.696,00 €	1054,30 €
Norquente	Portuguesa	2.058	1,91	2	200 L	2.340,00 €	698,30 €	2.220,00 €	578,30 €
Openplus	Portuguesa	1.642	2,02	1	200 L	2.655,00 €	1.013,30 €	2.585,00 €	943,30 €
Rigsun	Grega	1.919	2,3	1	200 L	2.815,00 €	1.173,30 €	2.700,00 €	1.058,30 €
Sanitech	Turca	1590	2,16	1	200 L	2.519,00 €	877,30 €	2.370,00 €	728,30 €
Schuco	Alemã	-	-	-	-	2.813,00 €	1.171,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Solahart	Australiana	1.550	1,86	1	180 L	-	-	2.600,00 €	958,30 €
Solargus	Portuguesa	1.684	1,62	2	200 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.718,00 €	1.076,30 €
Solarinox	Portuguesa	1.601	1,97	1	175 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Solius	Portuguesa	1.540	2,06	1	192 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.700,00 €	1.058,30 €
Sunset	Alemã	1.412	1,87	1	200 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Teknoenergy	Italiana	1.392	1,96	1	200 L	2.320,00 €	678,30 €	2.260,00 €	618,30 €
Unisolar	Espanhola	1.649	1,91	1	200 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Vulcano	Portuguesa	1.748	2,23	1	195 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.718,00 €	1.076,30 €
Wikora	Alemã	1.702	2,14	1	200 L	2.759,00 €	1.117,30 €	2.629,00 €	987,30 €
Zantia	Turca	1.587	2,25	1	190 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.718,00 €	1.076,30 €

Termossifão 300 Litros

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Aosol	Portuguesa	3.467	1,99	2	288 L	3.644,00 €	2.002,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
Aquaterm	-	-	-	-	-	3.671,00 €	2.029,30 €	3.549,00 €	1.907,30 €
Astersa	Espanhola	2.691	1,77	2	300 L	3.460,00 €	1.818,30 €	3.410,00 €	1.768,30 €
BaxiRoca	Áustria	3.011	1,92	2	300 L	3.585,00 €	1.943,30 €	3.470,00 €	1.828,30 €
Beretta	Italiana	2150	1,8	2	280 L	3.440,00 €	1.798,30 €	3.380,00 €	1.738,30 €
Calpak	Grega	2.914	1,98	2	290 L	3.518,00 €	1.876,30 €	3.408,00 €	1.766,30 €
Chromagen	Israelita	2.566	1,87	2	300 L	3.590,00 €	1.948,30 €	3.490,00 €	1.848,30 €
Donauer	Alemã	2.877	2,16	2	287 L	3.644,00 €	2.002,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
Ensus	Portuguesa	2.834	2,06	2	300 L	3.577,76 €	1.936,06 €	3.474,00 €	1.832,30 €
Haice	Grega	2.467	1,78	2	295 L	3.598,00 €	1.956,30 €	3.497,00 €	1.855,30 €
Hewalex	Suiça	3.008	1,82	2	280 L	3.642,56 €	2.000,86 €	3.544,00 €	1.902,30 €
Jacques Giordano	Francesa	2.957	1,97	2	282 L	3.644,00 €	2.002,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
Junkers	Portuguesa	2.778	2,23	2	280 L	3.648,00 €	2.006,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
KBB	Alemã	3.107	1,98	2	300 L	3.526,00 €	1.884,30 €	3.396,00 €	1.754,30 €
Maltezos	Grega	2.494	1,76	2	299 L	3.190,00 €	1.548,30 €	3.100,00 €	1.458,30 €

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Martifer Ener-Q	Portuguesa	2.883	2,06	2	300 L	3.648,00 €	2.006,30 €	3.552,00 €	1.910,30 €
Norquente	Portuguesa	3.126	1,91	3	300 L	2.992,00 €	1.350,30 €	2.872,00 €	1.230,30 €
Openplus	Portuguesa	3.133	2,02	2	300 L	3.470,00 €	1.828,30 €	3.400,00 €	1.758,30 €
Rigsun	Grega	2.903	1,8	2	300 L	3.615,00 €	1.973,30 €	3.500,00 €	1.858,30 €
Sanitech	Turca	2.945	2,16	2	287 L	3.189,00 €	1.547,30 €	3.040,00 €	1.398,30 €
Schuco	Alemã	-	-	-	-	3.643,00 €	2.001,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
Solahart	Australiana	2.982	1,86	2	300 L	-	-	3.390,00 €	1.748,30 €
Solargus	Portuguesa	1.986	1,62	2	300 L	3.648,00 €	2.006,30 €	3.552,00 €	1.910,30 €
Solarinox	Portuguesa	2.962	1,97	2	175+175L	3.644,00 €	2.002,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
Solius	Portuguesa	2.883	2,06	2	280 L	3.614,00 €	1.972,30 €	3.500,00 €	1.858,30 €
Sonnenkraft	Austriaca	2.586	2,23	2	280 L	3.648,00 €	2.006,30 €	3.552,00 €	1.910,30 €
Sunset	Alemã	2.647	1,87	2	300 L	3.644,00 €	2.002,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
NES	Búlgara	2.942	1,90	2	300 L	3.570,00 €	1.928,30 €	3.452,00 €	1.810,30 €
Unisolar	Espanhola	3.066	1,91	2	300 L	3.644,00 €	2.002,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €
Vulcano	Portuguesa	2.778	2,23	2	280 L	3.648,00 €	2.006,30 €	3.552,00 €	1.910,30 €
Wikora	Alemã	2.828	1,8	2	300 L	3.529,00 €	1.887,30 €	3.399,00 €	1.757,30 €
Zantia	Turca	2.958	2,25	2	284 L	3.646,00 €	2.004,30 €	3.550,00 €	1.908,30 €

Circulação Forçada 300 Litros

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Aosol	Portuguesa	3.587	1,99	2	295 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Aquaterm	-	-	-	-	-	4.874,00 €	3.232,30 €	4.752,00 €	3.110,30 €
Asset	Turca	3.649	2,35	2	300 L	4.034,00 €	2.392,30 €	3.905,00 €	2.263,30 €
Astersa	Espanhola	3.189	1,77	2	300 L	4.740,00 €	3.098,30 €	4.690,00 €	3.048,30 €
BaixRoca	Áustria	3.710	1,92	2	281 L	4.922,00 €	3.280,30 €	4.807,00 €	3.165,30 €
Calpak	Grega	3.411	1,98	2	300 L	4.737,00 €	3.095,30 €	4.627,00 €	2.985,30 €
Chromagen	Israelita	3.029	1,87	2	300 L	4.790,00 €	3.148,30 €	4.690,00 €	3.048,30 €
Donauer	Alemã	3.569	1,98	2	288 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Ensus	Portuguesa	3.390	2,06	2	300 L	4.744,76 €	3.103,06 €	4.641,00 €	2.999,30 €
Falke	Turca	2.849	1,686	2	275 L	4.774,00 €	3.132,30 €	4.666,00 €	3.024,30 €
Filbia	Chinesa	2.769	2,791	1	350 L	4.769,00 €	3.127,30 €	4.676,000	3.034,30 €
FogãoSol	Portuguesa	3.296	1,66	3	302 L	3.966,00 €	2.324,30 €	3.854,00 €	2.212,30 €
Haice	Grega	2.942	1,78	2	300 L	4.864,00 €	3.222,30 €	4.763,00 €	3.121,30 €
Hewalex	Suiça	3.509	1,82	2	291 L	4.954,56 €	3.312,86 €	4.856,00 €	3.214,30 €
Immosolar	-	3.565	1,86	2	300 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Jacques Giordano	Francesa	3.583	1,97	2	300 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Junkers	Portuguesa	3.794	2,23	2	286 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.868,00 €	3.226,30 €

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
KBB	Alemã	3.502	1,973	2	302 L	4.706,00 €	3.064,30 €	4.576,00 €	2.934,30 €
Maltezos	Grega	2.956	1,76	2	299 L	3.840,00 €	2.198,30 €	3.750,00 €	2.108,30 €
Martifer Ener-Q	Portuguesa	3.381	2,06	2	300 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Nau	Alemã	3.261	1,91	2	300 L	4.963,00 €	3.321,30 €	4.866,00 €	3.224,30 €
NES	Búlgara	3.454	1,9	2	300 L	4.742,00 €	3.100,30 €	4.624,00 €	2.982,30 €
Norquente	Portuguesa	3.633	1,91	3	300 L	3.832,00 €	2.190,30 €	3.712,00 €	2.070,30 €
Openplus	Portuguesa	3.596	2,02	2	350 L	4.760,00 €	3.118,30 €	4.690,00 €	3.048,30 €
Rigsun	Grega	3.477	2,30	2	300 L	4.915,00 €	3.273,30 €	4.800,00 €	3.158,30 €
Sanitech	Turca	3.458	2,16	2	300 L	4.179,00 €	2.537,30 €	4.030,00 €	2.388,30 €
Schuco	Alemã	3.764	2,128	2	295 L	4.963,00 €	3.321,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solahart	Australiana	3.519	1,86	2	300 L	-	-	4.640,00 €	2.998,30 €
Solargus	Portuguesa	2.996	1,62	3	300 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solarinox	Portuguesa	3.565	1,97	2	300 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solid	Austriaca	3.542	3,802	1	400 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solius	Portuguesa	3.379	2,06	2	290 L	4.914,00 €	3.272,30 €	4.800,00 €	3.158,30 €
Solution	Austriaca	4.065	2,49	2	380 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €

Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, com resistência elétrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP - Participação do Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Sonnenkraft	Austriaca	3.909	2,21	2	292 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Sunset	Alemã	3.105	1,87	2	300 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Thermosolar	Eslováquia	3.303	1,78	2	291 L	4.810,00 €	3.168,30 €	4.695,00 €	3.053,30 €
Tisun	Austriaca	3.814	2,36	2	298 L	4.963,00 €	3.321,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Uniko	-	3.216	1,86	2	300 L	4.908,00 €	3.266,30 €	4.764,00 €	3.122,30 €
Unisolar	Espanhola	3.606	1,91	2	300 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Vicoren	Alemã	2.651	2,99	1	298 L	4.805,00 €	3.163,30 €	4.713,00 €	3.071,30 €
Vulcano	Portuguesa	3.794	2,23	2	286 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Wikora	Alemã	3.373	1,8	2	300 L	4.708,00 €	3.066,30 €	4.578,00 €	2.936,30 €
Zantia	Turca	3.485	2,25	2	322 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €

Módulo Solar - Quando tem equipamento de apoio não modulante (esquentador/caldeira).

Sem módulo solar, com resistência eléctrica - Quando não tem equipamento de apoio (esquentador/caldeira).

*A energia solar anual fornecida foi calculada para Lisboa
(AS, 2011c)

ANEXO II: Âmbito de aplicação do RCCTE.

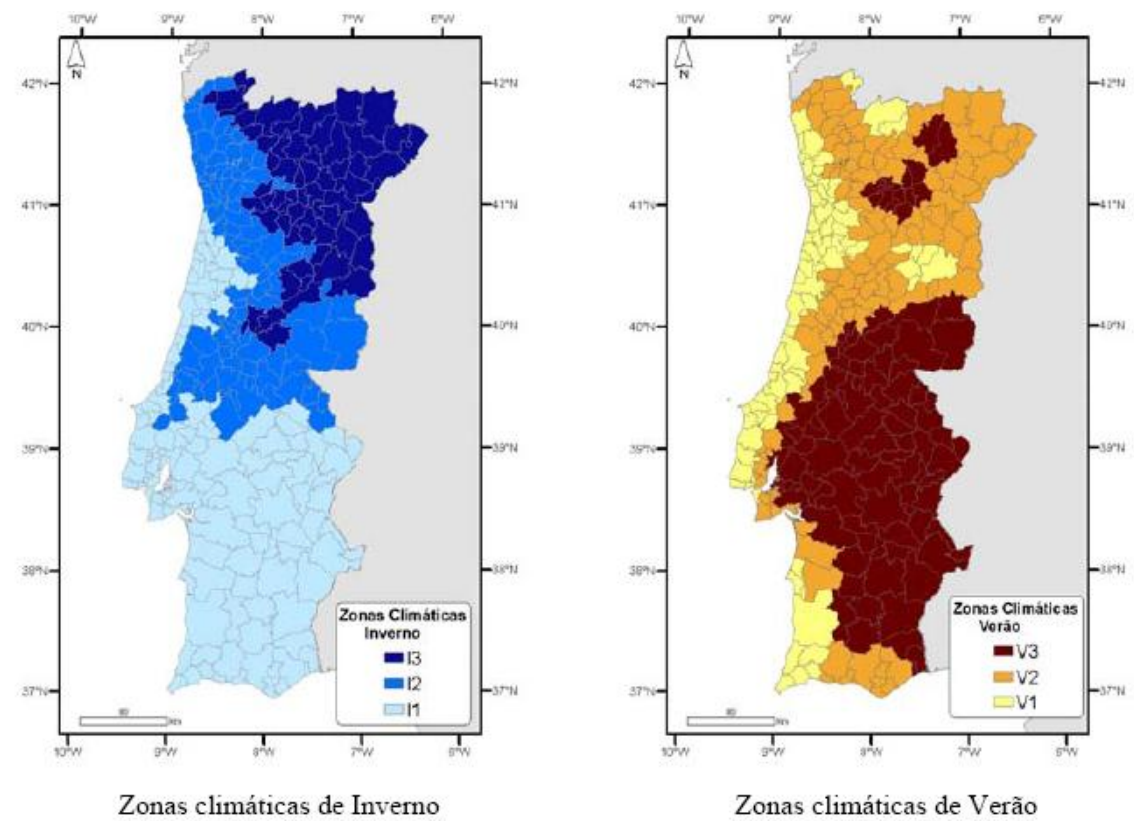
O RCCTE aplica-se a cada uma das fracções autónomas de todos os novos edifícios de habitação e de todos os pequenos novos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados, independentemente de serem ou não, nos termos de legislação específica, sujeitos a licenciamento ou autorização no território nacional, com excepção das seguintes situações:

- 1) Edifícios de serviços com mais de 1000m² de área útil, excepto centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas que são considerados pequenos, quando a área útil do pavimento é inferior a 500m² (sendo estes do âmbito exclusivo do RSECaE);
- 2) Edifícios de serviços que tenham mais de 25kW de potência instalada de climatização, qualquer que seja a sua área útil (sendo estes do âmbito exclusivo do RSECE);
- 3) Edifícios de habitação com sistemas de climatização de potência instalada $\geq 25\text{kW}$ (do âmbito do RSECE);
- 4) Edifícios ou fracções autónomas destinados a serviços, a construir ou renovar que, pelas suas características de utilização, se destinem a permanecer frequentemente abertos ao contacto com o exterior e não sejam aquecidos nem climatizados;
- 5) Edifícios utilizados como locais de culto e os edifícios para fins industriais, afectos ao processo de produção, bem como garagens, armazéns, oficinas e edifícios agrícolas não residenciais;
- 6) As intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas ou em edifícios classificados, sempre que se verifiquem incompatibilidades com as exigências do RCCTE (as incompatibilidades devem ser convenientemente justificadas e aceites pela entidade licenciadora).

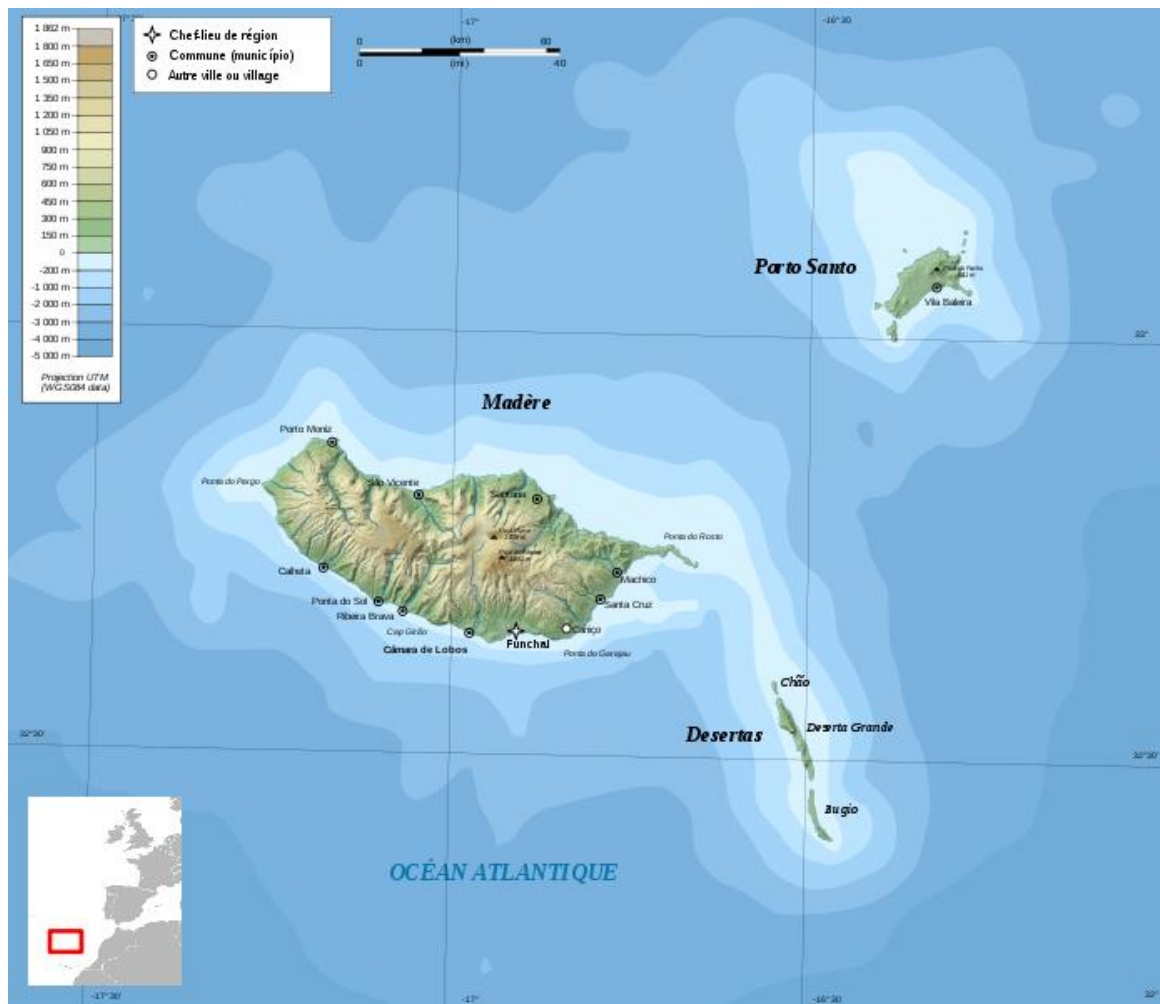
O RCCTE também é aplicável às grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias dos edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados já existentes, independentemente de serem ou não, nos termos de legislação específica, sujeitos a licenciamento no território nacional.

Estão, ainda sujeitas ao Regulamento as ampliações de edifícios existentes, **exclusivamente na nova área construída**, independentemente de carecerem ou não, nos termos de legislação específica, de licenciamento no território nacional.

ANEXO III: Zonas climáticas (Portugal Continental).



ANEXO IV: Topografia da Região Autónoma da Madeira.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Madeira_topographic_map-fr.svg?uselang=fr